



Marina Abelha

**ANÁLISE FACIOLÓGICA DA FORMAÇÃO PIAUÍ E DA PORÇÃO
BASAL DA FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO (BACIA DO PARNAÍBA)
NO TESTEMUNHO DE SONDAGEM DO POÇO 1–UN–09–PI**

Trabalho Final de Curso
(Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro
2008



UFRJ

Marina Abelha

ANÁLISE FACIOLÓGICA DA FORMAÇÃO PIAUÍ E DA PORÇÃO BASAL DA
FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO (BACIA DO PARNAÍBA) NO TESTEMUNHO DE
SONDAGEM DO POÇO 1–UN–09–PI

Trabalho Final de Curso de Graduação em
Geologia do Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio de Janeiro –
UFRJ, apresentado como requisito
necessário para obtenção do grau de
Geologia.

Orientador:

Leonardo Borghi

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2008

ABELHA, Marina

Análise faciológica da Formação Piauí e da porção basal da Formação Pedra de Fogo (bacia do Parnaíba) no testemunho de sondagem do poço 1-UN-09-PI / Marina Abelha - - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2008.

xi, 35 p. : il.; 30cm

Trabalho Final de Curso (Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2008.

Orientador: Leonardo Borghi

1. Geologia. 2. Paleontologia e Estratigrafia – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Leonardo Borghi. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia. III. Título.

Marina Abelha

ANÁLISE FACIOLÓGICA DA FORMAÇÃO PIAUÍ E DA PORÇÃO BASAL DA
FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO (BACIA DO PARNAÍBA) NO TESTEMUNHO DE
SONDAGEM DO POÇO 1–UN–09–PI

Trabalho Final de Curso de Graduação em
Geologia do Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio de Janeiro –
UFRJ, apresentado como requisito
necessário para obtenção do grau de
Geologia.

Orientador:

Leonardo Borghi

Aprovada em: 21 fev. 2008

Por:

Dr. Leonardo Borghi (UFRJ)

Ms. Charles George K. Young (BG Brasil)

Dr. Claudio Limeira Mello (UFRJ)

UFRJ
Rio de Janeiro
2008

À minha família

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pela concessão de bolsa

Ao 4º Distrito do DNPM (Recife, PE), pelo acesso aos testemunhos de sondagem do Projeto Carvão da Bacia do Parnaíba.

À toda a equipe LAGESED, pelo apoio e companheirismo em todos estes anos.

Agradeço à minha família.

Finalmente agradeço ao meu orientador e amigo Leonardo Borghi.

*Não existe estrutura sem gênese,
nem gênese sem estrutura.*

(Jean Piaget)

Resumo

ABELHA, Marina. **Análise faciológica da Formação Piauí e porção basal da Formação Pedra de Fogo (bacia do Parnaíba) no testemunho de sondagem do poço 1-UN-09-PI**. 2008. xi, 35 f. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

O presente estudo tem como objetivo a análise detalhada de fácies do intervalo que compreende a Formação Piauí (Permo-Carbonífero) e a porção basal da Formação Pedra de Fogo (Permiano), na bacia do Parnaíba, em um testemunho de sondagem. O estudo baseia-se na descrição de 250 m do testemunho de sondagem de um poço (1-UN-09-PI) do projeto “Carvão da Bacia do Parnaíba” (DNPM/CPRM), na borda leste da bacia. Como resultados foram reconhecidas 13 fácies sedimentares (litofácies), que, por sua vez, foram agrupadas em 6 sucessões de fácies, com as quais se alcançaram interpretações paleoambientais para o intervalo estudado. Sugerem-se aqui, para a base da Formação Piauí, um paleoambiente continental, composto essencialmente por depósitos fluviais (SF2), sobrepostos a depósitos de tempestade (SF1), e alternados a depósitos lacustres (SF3) e eólicos (SF4); e um paleoambiente costeiro carbonático árido (*sabkha* costeiro) (SF6), sujeito a ingressões marinhas (SF5) para seu topo, bem como para a base da Formação Pedra de Fogo.

Palavras-chave: Formação Piauí; Formação Pedra de Fogo; bacia do Parnaíba; Permo-Carbonífero.

Abstract

ABELHA, Marina. **Faciological analysis of the Piauí Formation and the lower interval of Pedra de Fogo Formation (Parnaíba Basin) in the core of the well 1–UN–09–PI.** 2008. xii, 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

This study aims a detailed facies analysis of the Piauí and lower Pedra de Fogo formations (Permo-Carboniferous) of the Parnaíba Basin, in a well core. A 250 m long well core of was described in the well 1-UN-09-PI, belonging to the “Carvão na Bacia do Parnaíba” (DNPM/CPRM). Results allowed the characterization of 13 sedimentary facies (lithofacies), grouped in 6 facies successions, which allowed the paleoenvironmental interpretation of the studied interval. It's suggested a continental paleoenvironment, composed essentially of fluvial deposits (SF2), overlying storm deposits (SF1), and alternating with lacustrine (SF3) and eolic deposits (SF4), for the lower Piauí Formation; and a carbonatic arid coastal paleoenvironment (SF6) (coastal *sabkha*), with marine ingressions (SF5), for the upper Piauí Formation and the Lower Pedra de Fogo Formation.

Key-Words: Piauí Formation; Pedra de Fogo Formation; Parnaíba Basin; Carboniferous–Permian.

Lista de figuras

Figura 1 – Mapa de localização do poço 1-UN-09-PI (42°59'20" WG; 04°45'25"S) na bacia do Parnaíba (Fonte: Fundação Paleontológica Phoenix, <http://www.phoenix.org.br>, acessada em 10 de fevereiro de 2008).

Figura 2 – Modelos paleoambientais (A) do intervalo basal da Formação Piauí e (B) do intervalo superior da Formação Piauí e basal da Formação Pedra de Fogo. Os depósitos fluviais correspondem à SF2, os lacustres à SF3, os eólicos à SF4, os marinhos carbonáticos à SF5 e os de planícies de maré à SF6.

Sumário

Agradecimentos	vi
Resumo	viii
<i>Abstract</i>	ix
Lista de figuras	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODO.....	2
3 CONTEXTO GEOLÓGICO.....	4
3.1 A bacia do Parnaíba.....	4
3.2 A Formação Piauí.....	6
3.3 A Formação Pedra de Fogo.....	8
4 RESULTADOS.....	10
4.1 Fácies.....	10
4.2 Sucessões de fácies.....	24
5 CONCLUSÕES.....	32
Referências bibliográficas	33
Apêndice A – Quadro síntese das fácies e sucessões de fácies	
Apêndice B – Estampas de figuras das fácies	
Apêndice C – Perfis estratigráficos ilustrativos das sucessões de fácies	
Apêndice D – Comportamento das sucessões de fácies ao longo do perfil estratigráfico	
Anexo A – Diagrama estratigráfico da bacia do Parnaíba	
Anexo B – Mapas de isópacas das formações Piauí e Pedra de Fogo	

1 INTRODUÇÃO

A bacia sedimentar do Parnaíba é uma grande bacia paleozóica brasileira cuja evolução e geologia ainda são muito pouco conhecidas. Esforços exploratórios pretéritos para carvão, fosfato e hidrocarbonetos, principalmente nas décadas de 1960 e 1970, por parte do DNPM, CPRM e Petrobras geraram a maior parte dos dados e informações disponíveis.

Apesar da escassez de estudos sobre os sistemas petrolíferos da bacia, considerada de fronteira exploratória, um sistema Pimenteira–Piauí (?) pode permitir analogias com o sistema petrolífero Jandiutuba–Juruá (!) na bacia do Solimões, prolífico em hidrocarbonetos. Desta forma, contribuições sobre esse sistema petrolífero especulativo, aqui sugerido, podem abrir novas perspectivas exploratórias sobre a bacia.

Assim, o presente estudo objetiva contribuir para a caracterização das fácies sedimentares da Formação Piauí e do intervalo transicional para a Formação Pedra de Fogo, visando determinar sucessões de fácies que permitam reconstituições paleoambientais. Tal contribuição vem ao encontro da necessidade de maior detalhamento estratigráfico do intervalo e de caracterizações de suas potenciais rochas reservatório.

2 MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi baseado na descrição de 250 m de testemunhos de sondagem do poço 1-UN-09-PI, oriundo do projeto “Carvão da Bacia do Parnaíba” (q.v. Leite *et al.*, 1975). O poço descrito está localizado na borda Leste da bacia (Figura 1), no Estado do Piauí próximo à divisa com o Estado do Maranhão, a norte de Teresina (PI), nas coordenadas: 42°59’20” WG e 04°45’25” S.

A descrição abrange a Formação Piauí e o intervalo basal da Formação Pedra de Fogo (38,84 m – 289,22 m), tendo sido excluídas da discussão a porção inferior do poço (Formação Poti) e a porção acima do intervalo inferior da Formação Pedra de Fogo aqui tratado (Apêndice B , Estampa VII , Figuras A e B).

A metodologia foi baseada na descrição sedimentológica dos testemunhos, com diâmetro BX (42,04 mm), em escala de detalhe (1: 40), em planilha própria, na qual são anotadas as litologias, as estruturas sedimentares e/ou diagenéticas, as variações texturais (granulometria e seleção), a argilosidade (%), os icnofósseis e a icnotrama, e cores (Escala de Munsell).

Em outra etapa, os perfis estratigráficos foram digitalizados através do programa AppleCORE® v.9.4d. Todo o intervalo descrito foi fotografado tanto em conjunto quanto em detalhe com uma câmera digital Sony (modelo DSC F-707). Foram também coletadas amostras para futuras análises petrográficas (61) e organofaciológicas (12).

Finalmente foi realizada a caracterização de fácies, utilizando-se dos conceitos discutidos por Borghi (2000, 2002), e definidas as respectivas sucessões de fácies, a partir das quais se buscou delinear o contexto paleoambiental do intervalo.



Figura 1 – Mapa de localização do poço 1-UN-09-PI (42°59'20" WG; 04°45'25"S) na bacia do Parnaíba (Fonte: Fundação Paleontológica Phoenix, <http://www.phoenix.org.br>, acessada em 10 de fevereiro de 2008).

3 CONTEXTO GEOLÓGICO

3.1 A bacia do Parnaíba

A bacia do Parnaíba localiza-se na região nordeste ocidental do território brasileiro (Figura 1), ocupando uma área de aproximadamente 600 000 km² e distribui-se pelos estados do Piauí, Maranhão, Pará, Bahia, Tocantins e Ceará. Apresenta uma forma elíptica, com eixo de maior elongação orientado para NO–SE com um comprimento de aproximadamente 1 000 km. Em seu depocentro, a espessura da coluna sedimentar ultrapassa 3 000 m (Cunha, 1986).

Os limites da bacia dão-se ao Norte pelas bacias de São Luís e Barreirinhas, das quais se separa pelo Arco de Ferrer–Urbano Santos; a Noroeste com a Fossa de Marajó, da qual está separada pelo Arco de Tocantins. A Sul e a Sudeste por extensões de coberturas de idade pré-cambriana correlatas à faixa de dobramento Brasília, chamadas “Bacia de São Francisco” e “Bacia dos Lençóis” (Cunha, 1986).

Trata-se de uma bacia de interior cratônico, classificada como “intracontinental cratônica composta complexa” (tipo 2A) de Klemme (1980, *apud* Figueiredo & Gabaglia, 1986), com base em sua localização, suas características sedimentares e sua pequena espessura em relação à sua grande extensão, denunciando uma subsidência termal flexural muito lenta durante sua evolução no Paleozóico (bacia de *sag*). A bacia do Parnaíba ainda pode ser classificada como “Intracratônica de Interior Remoto – Amplos Arcos Regionais” (Szatmari & Porto, 1982, *apud* Figueiredo & Gabaglia, 1986).

A bacia do Parnaíba desenvolveu-se sobre um substrato de rochas não mais antigas que o Mesoproterozóico, muitas das quais metassedimentares de grau baixo a intermediário de metamorfismo, que se expõem nas faixas de dobramento que a circundam, limitando os crátons do Amazonas, São Luís e São Francisco, além de rochas magmáticas relacionadas ao Ciclo Brasileiro. Em tal substrato, ocorrem grábens preenchidos pelas formações Riachão

(Kegel, 1956, *apud* Góes & Feijó, 1994) e Mirador (Rodrigues, 1967, *apud* Góes & Feijó, 1994) de idades neoproterozóica e ordoviciana, respectivamente.

Adota-se aqui o conceito estratigráfico proposto por Góes & Feijó (1994), o mais recente publicado, baseado em dados de subsuperfície da Petrobrás. Difere-se aqui destes autores pois considera-se neste trabalho que o registro superior ao Grupo Balsas, que compõe o Grupo Mearim e as formações Grajaú Codó e Itapecurú, deva ser tratado como uma bacia de evolução distinta da bacia do Parnaíba, uma vez que seus aspectos tectônicos e deposicionais associam-se diretamente ao processo de abertura do Oceano Atlântico, podendo ser considerado como uma bacia distinta da bacia do Parnaíba (*q.v.* Rosseti *et al.*, 2001).

Estratigraficamente Góes & Feijó (1994) dividem a bacia do Parnaíba em três seqüências deposicionais de segunda ordem: Siluriana, equivalente ao Grupo Serra Grande; Devoniana, correspondente ao Grupo Canidé; e a Seqüência Carbonífero-Triássica, referente ao Grupo Balsas. Além dessas seqüências deposicionais os autores incluem na evolução estratigráfica da bacia os derrames vulcânicos e as intrusões magmáticas de idade juro-cretácica (Anexo A).

Estruturalmente, a bacia formou-se como resultado de uma subsidência termal, flexural, a partir do final do Ordoviciano, de forma muito lenta, aparentemente controlada pelos lineamentos Transbrasiliano (SO–NE), o principal controlador, e Picos-Santa Inês (NO–SE), ambos herdados do Pré-cambriano. A primeira grande seqüência deposicional (Siluriana) foi delimitada pela orogenia Caledoniana, que gerou a primeira discordância regional da bacia. A subsidência termal flexural seguiu-se durante a deposição da segunda grande seqüência (Devoniana). A sedimentação desta seqüência foi encerrada com a orogenia Eo-herciniana, que gerou outra discordância de caráter regional.

A compartimentação da bacia até o Pensilvaniano continuou a ser exercida pelos dois grandes lineamentos do ciclo Brasileiro; a partir do Permiano ocorreu uma migração de seu depocentro para o centro da bacia.

No Mesozóico, os principais elementos tectônicos regionais foram a estrutura de Xambioá (E–O), situada no centro da bacia e o arco Ferrer–Urbano Santos delimitando as pequenas bacias marginais associadas à abertura do Atlântico Sul Equatorial. No Jurássico e Cretáceo, derrames e diques de diabásio (rochas de ambientes distensionais) indicam os efeitos da desagregação do Pangea (Formação Sardinha) e do Gondwana (Formação Mosquito).

3.2 A Formação Piauí

A Formação Piauí (*sensu* Small, 1914) é composta por arenitos finos a grossos, cinza-esbranquiçados a avermelhados, eventualmente conglomeráticos; folhelhos vermelhos; e calcários esbranquiçados (Góes & Feijó, 1994). Pelo mapa de isópacas de Cunha (1986), observa-se um provável depocentro a NE (Anexo B); no entanto, dois depocentros, um a NO e outro a SE, com eixo comparável ao lineamento Picos–Santa Inês, são evidenciados pela curva de tendência de espessura total da formação (*q.v.* Lima Filho, 1991). A espessura máxima foi constatada em um poço estratigráfico da Petrobras, com um total de 346 m (Aguiar, 1971, *apud* Lima Filho, 1991). Segundo Mesner & Wooldridge (1964), esta unidade ocorre em toda a porção central da bacia, apresentando seus melhores afloramentos na borda Leste.

Os limites estratigráficos foram definidos por Dequech (1950, *apud* Lima Filho, 1991), que os situou entre os arenitos e siltitos da Formação Poti e o sílex basal da Formação Pedra de Fogo. A natureza de seu limite superior com a Formação Pedra de Fogo é consensualmente considerada concordante gradacional; já seu limite inferior gera controvérsias, sendo por alguns poucos autores considerado gradacional, pelo menos na porção central da bacia; e discordante regionalmente pela maioria, limitando as seqüências Devoniana e Permo-

carbonífera (Góes *et al.*, 1992, *apud* Góes & Feijó, 1994). Lima Filho (1991) propôs uma redefinição do limite superior com a Formação Pedra de Fogo, posicionando-o numa camada de anidrita de extensão bacial.

A divisão clássica desta formação em dois intervalos (“membros”) foi proposta Mesner & Wooldridge (1964). O “membro inferior” corresponde a arenitos róseos, maciços, raramente intercalados a folhelhos, de caráter continental; já o “membro superior”, a arenitos vermelhos, camadas de calcáreo (muitas vezes silicificados), depositados em contexto marinho, além de finos leitos de evaporitos.

Góes & Feijó (1994) consideram um paleoambiente deposicional continental a litorâneo, sob influência de clima árido para a formação. Lima Filho (1991, 1998) interpreta um paleoambiente desértico, sem excluir a possibilidade de ocorrência de *sabkhas* costeiros, associados a depósitos deltaicos de menor expressão; na porção superior, em particular, considera um paleoambiente de “plataforma carbonática” (marinho raso). Este autor propõe, por fim, um modelo de bacia evaporítica para a formação.

A primeira tentativa de posicionamento cronoestratigráfico da formação foi feita por Duarte (1936, *apud* Lima Filho, 1991), que a atribuiu ao Andar Uraliano (Neocarbonífero), com base em bivalvíos marinhos, e ao Andar Westphaliano (Neocarbonífero), com base em plantas fósseis da espécie *Palmatopteris furcata*. A idade desta formação, controversa, foi posicionada no Westphaliano–Stephaniano por Müller (1962, *apud* Santos & Carvalho, 2004), Stephaniano por Daemon (1974, *apud* Góes & Feijó, 1994); e no Morrowano–Atokano por Campanha & Rocha Campos (1979).

Quanto ao conteúdo paleontológico, esta formação é conhecida por sua riqueza fossilífera, destacando-se os trabalhos de Kegel (1951), Kegel & Costa (1951), Müller (1962, *apud* Lima Filho, 1991), Campanha & Rocha Campos (1979), Assis (1979, 1980), Anneli (1994) e Anneli *et al.* (1992). Assembléias fossilíferas marinhas ocorrem em camadas

calcárias do topo, informalmente chamadas “Contendas” e “Mocambo”, sendo predominantemente formadas por bivalvíos, porém contendo gastrópodes, cefalópodes, braquiópodes, trilobitas, briozoários e crinóides. Quanto à ocorrência de registros vegetais fósseis na formação, ocorrem apenas de pecopterídeas (*Pecopteris* sp.), descritas por Dolianiti (1954).

A Formação Piauí constitui, juntamente com a Formação Poti, um dos mais importantes aquíferos da região Norte–Nordeste do Brasil, com uma espessura média total da ordem de 480 m, sendo comumente explorado na condição de aquífero livre a semi-confinado para uso doméstico. Conejo (2005), em relatório técnico da ANA, considera que as formações Poti e Piauí constituem uma única unidade aquífera, não havendo entre elas qualquer “unidade impermeável” que as separe hidraulicamente. Este aquífero aflora extensivamente no Estado do Piauí, com produtividade elevada.

3.3 A Formação Pedra de Fogo

A Formação Pedra de Fogo (*sensu* Plummer, 1946) compreende depósitos de sílex (em nódulos, concreções e/ou em níveis de espessura e extensão variadas), calcários oolíticos e pisolíticos de coloração creme a branca e estromatólitos, intercalados com arenitos finos e médios amarelados, folhelhos cinza, e ainda anidrita branca (Góes & Feijó, 1994). Sua espessura média, em subsuperfície, é de 100 m (Faria Jr., 1980).

Cruz *et al.* (1973) subdividem a formação em três intervalos na região entre os vales dos rios Gurguéia e Uruçuí Preto (PI). O intervalo basal corresponde a folhelhos e arenitos em igual proporção, com ocorrência de uma camada de 2 m de calcário creme, maciço, silicificado, próximo ao seu topo. O intervalo médio é representado por arenitos intercalados a siltitos e argilitos, e impressões de folhas fósseis. O intervalo superior é constituído por

arenitos maciços ou com estratificações plano-paralelas e cruzadas. Faria Jr. & Trunckenbrodt (1980) também adotam a divisão tripartite da formação nos “membros” Sílax Basal, com espessura média de 20 m e larga distribuição na bacia, caracterizado por siltitos intercalados a dolomitos com concreções silicosas; Médio, constituído por arenitos e siltitos; e Superior (“Membro Trisidela”), com espessura média de 40 m, representado por dolomitos intercalados a siltitos, folhelhos carbonáticos e/ou margas e nódulos, concreções e camadas de sílex.

O contato superior com a Formação Motuca (Plummer *et al.*, 1948) apresenta natureza concordante gradacional (Góes & Feijó, 1994).

O paleoambiente deposicional é caracterizado como marinho raso a litorâneo, com planícies de *sabkha* e eventual influência de tempestades (Góes & Feijó, 1994). Lima Filho (1998) e Ribeiro & Melo (1996) propõem sistemas deposicionais deltaicos e de planícies de marés para a formação, sendo o último o mais freqüente.

Segundo Santos & Carvalho (2004), a Formação Pedra de Fogo possui rico conteúdo paleontológico, tendo sido apontados para esta formação a ocorrência de estromatólitos, uma variada ictiofauna e os famosos troncos fósseis de madeira silicificadas, de ampla distribuição na bacia.

A idade desta formação foi caracterizada como eopermiana com base na ocorrência de um anfíbio labirintodonte, confirmadas por dados palinológicos (*q.v.* Santos & Carvalho, 2004). Com base em estudos bioestratigráficos, Góes & Feijó (1994) posicionam a formação no Eopermiano (Cisuraliano), correspondendo às idades Asseliano–Kunguriano, e na base do Neopermiano (Idade Ufimiano). Em trabalhos mais recentes, Dino *et al.* (2002) posicionam a formação no Neopermiano com base em assembléias de palinomorfos.

4 RESULTADOS

Na sucessão estudada foi caracterizado um total de treze litofácies, incluindo-se atributos modificadores que geraram duas sub-fácies (Quadro Síntese 1, Apêndice A)

As litofácies aqui definidas foram, por sua vez, organizadas em sete sucessões de fácies (Quadro Síntese 2, Apêndice A) de acordo com suas relações e com o comportamento granulométrico ao longo do perfil estratigráfico elaborado ilustrados no Apêndice C, a partir das quais pôde-se delinear um modelo paleodeposicional para o intervalo estudado (Figura 2).

4.1 Fácies

Fácies Acb – Arenitos bimodais com acamamento cruzado

Diagnose – Arenitos finos a médios, com acamamento cruzado e seleção bimodal de grãos. (Apêndice B , Estampa I , Figura A)

Interpretação – Migração de macroformas de leito complexas, de crista reta ou sinuosa, por fluxo de grãos (*grain flow*) combinado com queda de grãos (*grain fall*),

Descrição – Arenitos cuja granulometria é tipicamente fina a média, mas pode variar até grossa e a seleção dos grãos, desde moderada a boa. Eventualmente, as camadas ocorrem bioturbadas, com intensidade de reelaboração do substrato pelos organismos variando de fraca a forte (ii2 – ii4). Ocorrem em camadas centimétricas a decimétricas, algumas vezes em conjuntos de camadas amalgamadas com contato brusco. Em geral, apresentam ângulos baixos.

Apresenta tanto coloração avermelhada (5YR8/1) quanto cinza esverdeado (5GY6/1 e 5GY8/1). A coloração avermelhada, em geral, ocorre como manchas em camadas cinza-esverdeadas.

Trata-se de uma fácies de relativa expressividade na sucessão (8,1%). Sua ocorrência não é restrita a nenhum intervalo específico.

Discussão – Ocorre de forma característica no intervalo entre 99,5m e 100,5m de profundidade.

Esta fácies comumente ocorre alternada às fácies **Ac** e **Alp**, apresentando contato nítido ou difuso (este último podendo ser resultante de bioturbação).

Ressalta-se aqui a importância da seleção granulométrica bimodal, diagnóstica desta fácies, que se expressa através de laminações transladantes (*pinstripes*), que dão a interpretação de transporte eólico para a deposição desta fácies. Sugere-se um contexto paleoambiental de aridez.

A cor avermelhada predominante na sucessão é proveniente de oxidação eodiagenética de minerais contendo ferro; já a coloração esverdeada observada em alguns intervalos é resultado de um *coating* de clorita nos grãos. Tais características foram observadas em estereomicroscópio Zeiss.

As estratificações cruzadas muitas vezes apresentam-se em ângulos baixos, que no contexto deposicional sugerido são interpretadas como tendo sido formadas em posições basais da macroforma de leito, neste caso dunas, onde as estratificações se tornam cada vez mais tangenciais à superfície.

No intervalo entre 124,85m e 127,45m de profundidade, ocorrem aparas de siltito calcífero (*mud curls*); relaciona-se aqui estas estruturas ao transporte eólico destas partículas, formadas em interdunas úmidos.

Corresponde às fácies **AfmCgFQ**, **AmfBA**, **AfBa**, **AfmfBa** de Lima Filho (1998) para o Grupo Balsas, interpretadas como depósitos de dunas eólicas.

Fácies Alp – Arenitos com laminação plano-paralela

Diagnose – Arenitos muito finos a finos, com laminações plano-paralelas.

Interpretação – Pode apresentar dois processos distintos: (1) deposição por transporte aerodinâmico pelo processo de queda de grãos (*grain fall*); ou (2) deposição por fluxo subaquoso unidirecional (corrente) em regime superior.

Descrição – Muito expressiva em toda a sucessão (17,9%), esta fácies é aqui subdividida em duas sub-fácies: **Alp(i)** e **Alp(ii)**. Ambas ocorrem em camadas decimétricas a métricas de arenito, com seleção granulométrica variando de boa a má. Como estruturas associadas, ocorrem concreções calcíferas, manchas de oxi-redução e laminações de argila. Raramente ocorre fraca ou moderadamente bioturbada (ii2 – ii3).

A sub-fácies **Alp(i)** (Apêndice A, Estampa IV, Figura C) geralmente contém intraclastos, e ocorre em conjuntos de camadas amalgamadas com contatos erosivos e afinamento granulométrico. Já a sub-fácies **Alp(ii)** (Apêndice A, Estampa IV, Figura B) frequentemente apresenta laminação transladante.

A coloração é predominantemente avermelhada (58,9%), sendo a cor 5YR6/1 a mais abundante, mas também ocorre em cores acinzentadas (N8, N7, N6, 5GY6/1 e 5GY8/1) e amareladas (5Y8/1).

Discussão – Discutem-se aqui duas possíveis interpretações deposicionais para esta fácies, dependendo do contexto e estruturas associadas; por este motivo foi subdividida em duas sub-fácies. Quando alternada com a fácies **Ac**, contendo intraclastos e/ou apresentando camadas

com base erosiva e afinamento granulométrico, esta fácies é interpretada como proveniente de deposição por corrente em regime de fluxo superior, associada à geração de leitos planos (sub-fácies **Alp(i)**). Por outro lado, quando ocorre juntamente com laminação transladante, *drapes* de lama e laminação crenulada, alternadamente a camadas com a fácies **Acb**, sua interpretação deposicional passa a ser por queda de grãos em transporte eólico, num contexto de interdunas úmidos (sub-fácies **Alp(ii)**).

Apresenta-se caracteristicamente como a sub-fácies **Alp(i)** no intervalo entre 197,5m e 199,0m de profundidade; e como a sub-fácies **Alp(ii)**, no intervalo entre 118 m e 119 m de profundidade.

Esta fácies corresponde à fácies **AfPp** (depósitos deltaicos) e parcialmente à fácies **FPpRdW** de Lima Filho (1998) para o Grupo Balsas. A sub-fácies **Alp(i)** corresponde à fácies **Sh** descrita por Miall (1978) para depósitos fluviais

Fácies Ac – Arenitos com acamamento cruzado

Diagnose – Arenitos muito finos a finos, bem selecionados, com estratificação cruzada de porte médio (Apêndice B, Estampa III, Figuras A e B).

Interpretação – Deposição por transporte trativo, unidirecional, em regime de fluxo inferior subaquoso (corrente), pela migração de macroformas de leito complexas, de crista reta ou sinuosa.

Descrição – Esta fácies ocorre em camadas decimétricas a métricas e algumas vezes em conjuntos amalgamados de camadas com contatos erosivos, podendo inclusive ocorrer em ciclos de afinamento granulométrico, com seixos e grânulos na base. Como estruturas associadas observam-se intraclastos milimétricos e centimétricos (evidências erosivas) e concreções calcíferas milimétricas. As camadas apresentam essencialmente cores

avermelhadas (80,1%), sendo a cor 10R4/2 a principal; mas também ocorrem subordinadamente camadas acinzentadas (5G6/1, N8 e 5GY8/1).

Muito freqüente, esta fácies perfaz um total de 12,3% da sucessão.

Discussão – Esta fácies ocorre caracteristicamente no intervalo entre 246,5m e 248,5m de profundidade, freqüentemente alternando-se com a sub-fácies **Alp(i)**. A grande ocorrência de intraclastos nesta fácies corrobora com o aspecto erosivo da interpretação de deposição por corrente em regime de fluxo inferior.

Corresponde às fácies **AfmCa** (depósitos fluviais), **AmgCt** (depósitos de marés), **AmCa** (depósitos fluviais), **AfCa**, **AfCaPp**, **AmfScta**, **AfmCt**, **AfmCa**, **AfmfCa** e parcialmente às fácies **AmgCi**, **AfCaLS** de Lima Filho (1998) para o Grupo Balsas; e parcialmente às fácies **St** e **Sp** de Miall (1978), relacionadas a um contexto fluvial.

Fácies Ab – Arenitos bioturbados

Diagnose – Arenitos com aspecto mosqueado, bioturbado (Apêndice B, Estampa III, Figura D).

Interpretação – Intensa reelaboração do substrato por organismos invertebrados.

Descrição – Arenitos de granulometria variando de muito fina a média, muitas vezes argilosos, cuja trama primária encontra-se totalmente obliterada por ação biogênica (ii4 – ii5). A coloração é predominantemente vermelha (82,5%), com maior freqüência da cor 5YR6/2; também ocorrem cores cinzas (N8), castanhas (5Y8/1) e verdes (5GY4/1).

Ocorre em pacotes de médio e pequeno porte, muitas vezes com contatos difusos.

Discussão – Ocorre com aspecto típico no intervalo entre 146,5m e 147,7m de profundidade e corresponde a 3,1% do intervalo descrito.

Uma icnotrama bem desenvolvida exige uma baixa taxa de acumulação sedimentar, permitindo a homogeneização dos pacotes de médio porte. Nenhum icnogênero foi reconhecido nesta fácies devido à intensa icnotrama (ii4 – ii5).

Assemelha-se à fácies **Ab**, descrita por Young (2006) para a Formação Pimenteira em contexto marinho. Corresponde à fácies **AfB** e parcialmente à fácies **AfCtgWB** de Lima Filho (1998) para o Grupo Balsas.

Fácies Am – Arenitos maciços

Diagnose – Arenito muito fino superior, moderadamente selecionado, com estrutura maciça (Apêndice B, Estampa III, Figura C).

Interpretação – Deposição por fluxo de detritos arenáceo (*sand debris*) ou liquefeito.

Descrição – Ocorre com coloração cinza (5GY8/1) e branca (N8), restrita a duas camadas decimétricas, no intervalo entre 182,0m e 183,0m de profundidade. Na base da camada inferior, observa-se intensa concentração de intraclastos centimétricos angulosos de composição lutítica, calcilutítica e evaporítica (anidrita).

As camadas partem-se em planos paralelos tanto no topo quanto na base. Extremamente rara, esta fácies corresponde por 0,30% da sucessão e ocorre em cores avermelhadas (5R8/2 – 81,48%) e castanhas (5YR8/1 – 18,48%).

Discussão – A característica erosiva observada nesta fácies, pela ocorrência de alta concentração de intraclastos angulosos centimétricos em sua base de camada, corrobora para a interpretação de deposição por fluxo de detritos arenáceo. Os planos paralelos observados na base e topo das camadas podem estar relacionados à orientação da petrotrama.

Corresponde, em parte, às fácies **A1** e **E3** descrita por Lima Filho (1991) na Formação Piauí para depósitos deltaicos.

Fácies Alc1 – Arenitos com laminação cruzada cavalgante

Diagnose – Arenitos muito finos ou siltitos grossos, com laminação cruzada cavalgante (Apêndice B, Estampa II, Figura A).

Interpretação – Deposição por fluxo hidrodinâmico trativo, unidirecional, turbulento, desacelerante, em regime inferior. Envolve a migração e cavalgamento crítico/supercrítico de ondulações de crista provavelmente sinuosa.

Descrição – Esta fácies ocorre com frequência de 4,4% no intervalo descrito. A seleção granulométrica varia de moderada a boa, e a composição dos grãos é em geral quartzosa. Filmes de argila escura e estruturas convolutas ocorrem com frequência nesta fácies.

A coloração avermelhada (10R4/6) ocorre em praticamente todos os intervalos (99,6%); observando-se ainda na cor branca (N9) e preta (N1).

Discussão – Esta fácies é estritamente associada à fácies **Alc2** e sua ocorrência restringe-se à porção basal da sucessão.

Representa a deposição trativa de sedimentos finos por fluxos turbulentos desacelerantes, possivelmente associados a fluxos hiperpicnais, com separação de fluxo à frente de ondulações possivelmente de crista sinuosa. A presença de filmes de argila (*drapes*) está relacionada à compactação de grãos de pelito.

Esta fácies ocorre de maneira característica no intervalo entre 238,0m e 240,0m. Corresponde às fácies **LRd** (depósitos deltaicos) e parcialmente às fácies **AfPpRd** (depósitos de tempestade), **LPpRd** e **AfPpRdW** de Lima Filho (1998) para o Grupo Balsas; em parte às fácies **D4** e **F4** descrita por Lima Filho (1991) para a Formação Piauí, interpretadas como depósitos de lobos deltaicos; e em parte às fácies **Fl** e **Sr** de Miall (1978) para depósitos fluviais.

Fácies Alc2 – Arenitos com laminação cruzada

Diagnose – Arenitos muito finos ou siltitos grossos, apresentando laminação cruzada (Apêndice B, Estampa II, Figura B).

Interpretação – Deposição por transporte trativo, hidrodinâmico, em regime de fluxo inferior unidirecional (corrente), pela migração e cavalgamento subcrítico de ondulações provavelmente de crista sinuosa.

Descrição – A ocorrência desta fácies é de 3,9% da sucessão. Assim como descrito para a fácies **Alc1**, a composição dos grãos é majoritariamente quartzosa, com seleção granulométrica variando de moderada a boa.

Ocorre alternadamente a camadas da fácies **Alc1**, restrita à porção inferior do intervalo descrito, sendo freqüente a ocorrência de estruturas convolutas e filmes de argila escura nessa fácies. Apresenta-se na cor branca (N9), preta (N1) e avermelhada (10R4/6 e 10R4/2), sendo a cor 10R4/6 a mais representativa, responsável por 98,7% das ocorrências.

Discussão – Em algumas situações, observa-se uma tendência quase simétrica nas laminações cruzadas, sugerindo a influência de ondas, além de corrente na deposição. Representa um fluxo com menor turbulência e, portanto, menor carga de suspensão.

É observada com aspecto característico no intervalo entre 240m e 243m. Corresponde, em parte, à fácies **C3** de Lima Filho (1991) para a Formação Piauí; e parcialmente às fácies **Fl** e **Sr** descritas por Miall (1978).

Fácies Ao – Arenitos com estratificação monticulada

Diagnose – Arenitos muito finos, moderadamente selecionados, com estratificação cruzada monticulada (*hummocky-cross bedding*) (Apêndice B, Estampa V, Figuras A e B).

Interpretação – Deposição por ação combinada de fluxos oscilatórios de alta energia (ondas de tempestade) com fluxos hidrodinâmicos unidirecionais (correntes) ou com fluxos de turbidez.

Descrição – São arenitos castanho-avermelhados (10YR7/4 – 85,1%; e 10YR6/2 – 14,9%), que possuem uma frequência de 2,9 % na sucessão. Ocorrem em camadas centimétricas a decimétricas amalgamadas, com contatos basais bruscos ou erosivos, comprovados pela presença de intraclastos decimétricos a centimétricos de lutito escuro. Bioturbações moderadas (ii2 – ii3) são frequentes, não tendo sido identificado nenhum icnogênero. Podem ocorrer laminações centimétricas cruzadas por onda.

Discussão – Trata-se da fácies observada na base da Formação Piauí, restringindo-se ao intervalo entre 282,5m e 289,4m.

Ressalta-se aqui que a identificação da estratificação cruzada *hummocky* (HCS) é feita de forma genérica, já que não foi possível diferenciá-la em relação à estrutura estratificação cruzada *swalley* (SCS) devido às limitações impostas pela pequena dimensão dos testemunhos, sendo possível apenas quando existe convexidade claramente observada, típica da estrutura HCS.

Corresponde à fácies **Ah** descrita por Young (2006) para a Formação Pimenteira em contexto marinho; às fácies **C1** ou **C2** descritas por Borghi (2002) na Formação Ponta Grossa também em contexto marinho; e à divisão **H** do “turbidito – HCS” de Walker (1984). Descritivamente, corresponde às fácies **AfSW** (depósitos deltaicos), **AcFT** (depósitos de tempestade) e **AmfSW** de Lima Filho (1998) para o Grupo Balsas.

Fácies C – Calcilutito

Diagnose – Carbonato de cálcio microcristalino (Apêndice B, Estampa I, Figura C)

Interpretação – Precipitação química/biogênica de carbonato de cálcio em paleoambiente subaquoso.

Descrição – Trata-se de uma fácies de ocorrência moderada na sucessão (7,3 %), apresentando-se em camadas decimétricas a métricas.

Como estruturas associadas, observam-se ocorrências de anidrita, registros de esteiras microbianas (laminações crenuladas) (Apêndice B, Estampa VI, Figura B), gretas de diastase, estruturas de dissolução (1–20 mm) e estilólitos (Apêndice B, Estampa VI, Figura E). A porosidade macroscópica (Apêndice B, Estampa I, Figura C) varia de baixa (5%) a alta (45%). Esta fácies pode ocorrer recristalizada e silicificada (Apêndice A, Estampa I, Figura D).

Apresenta cor essencialmente vermelha (39,8 %) e branca (N9 – 30,1 %), mas também ocorre em tons de cinza (N7 e N8).

Discussão – A ausência de estudo petrográfico, bem como dados paleontológicos, dificulta uma diagnose mais precisa a respeito do processo deposicional desta fácies, se em ambiente subaquoso marinho ou continental. Contudo, variados trabalhos realizados nos calcários desta formação, com destaque para Lima Filho (1991), atribuem deposição marinha para esta fácies.

Observação – Em 1,4% da sucessão, esta fácies ocorre silicificada, apresentando-se de maneira difusa, em camadas centimétricas, com coloração vermelha (5R8/2 – 81,48%), laranja (5YR8/1) e branca (N9) (Apêndice B, Estampa I, Figura D). A silicificação é, possivelmente, resultado de alteração secundária das rochas carbonáticas por efeito diagenético de fluidos provenientes de intrusões ígneas.

Possui aspecto característico no intervalo entre 123m e 125 m e corresponde às fácies **A2** e **C1** descritas por Lima Filho (1991) e, em parte, à fácies **F5** deste mesmo autor, em contexto marinho raso carbonático.

Fácies FI – Finos laminados

Diagnose – Argilitos ou siltitos finos, laminados (Apêndice B , Estampa I , Figura B).

Interpretação – Deposição por decantação em ambiente subaquoso de baixa energia.

Descrição – Trata-se da fácies mais freqüente em toda a sucessão (19,5%). É menos freqüente no intervalo inferior e não ocorre nos últimos setenta e sete metros de profundidade.

A laminação observada é dada principalmente por mudanças de cor nos sedimentos e/ou por leve diferença granulométrica (argilitos X siltitos finos). Esta fácies ocorre em camadas centimétricas a decimétricas, muitas vezes em alternância com a fácies **C** e freqüentemente gradando para a fácies **Fr**. Pode apresentar fissilidade e, como estruturas associadas, observam-se laminação riscada (Apêndice B, Estampa I, Figura B), falhas milimétricas e centimétricas, laminação crenulada (registro de esteiras algais) e manchas de oxi-redução. Raramente apresenta bioturbação, com esta variando de fraca a forte (ii2 – ii4). As cores são muito variadas, ocorrendo mais freqüentemente (69,9%) em tons de vermelho (10R4/6). Também ocorre em tons de cinza (5GY4/1, N3, N5, N7 e N8), preto (N1), amarelo (5Y8/1, 5Y6/1 e 5Y2/1), verde (5G6/1), branco (N1) e lilás (5RP6/2).

Muitas vezes esta fácies apresenta-se com características calcíferas (margas?), apresentando estruturas de dissolução (macroporos), lâminas carbonáticas e gretas de diastase. Com freqüência menos comum, observam-se ainda marcas de cristais de anidrita e *tepees*.

Discussão – O aspecto calcífero antes exposto, juntamente com a alternância comum desta fácies com camadas carbonáticas (fácies **C**), indica uma conjugação entre processos de deposição químicos/bioquímicos com deposição de finos terrígenos por decantação em ambiente subaquoso de baixa energia, com exposição periódica, evidenciada pela ocorrência de gretas de ressecamento.

Um exemplo de ocorrência característica desta fácies pode ser observado no intervalo entre 57 m e 59 m de profundidade.

No intervalo entre 113,4m e 114,6m de profundidade, esta fácies ocorre com características de paleossolo, tais como cerosidade e *slickensides*.

Corresponde às fácies **A4**, **A6** (para depósitos de inframaré) e **F2** (para depósitos em lobos deltaicos) descritas por Lima Filho (1991) para a Formação Piauí; às fácies **FPp** (depósito fluvial em processo de afogamento), **LPp** (depósitos deltaicos) e **SPp** de Lima Filho (1998) para o Grupo Balsas.

Fácies Fr – Acamamento bandado

Diagnose – Conjunto de camadas delgadas em lençol em que se alternam, de forma rítmica, camadas de siltitos finos e argilitos com camadas de siltitos grossos e arenitos muito finos (Apêndice B, Estampa II, Figuras C e D).

Interpretação – Deposição por conjugação de processos: (1) decantação em ambiente subaquoso de baixa energia a partir de uma pluma hipo-mesopical; e (2) tração hidrodinâmica, em regime de fluxo inferior, de silte grosso e areia muito fina.

Descrição – Esta fácies ocorre em conjuntos de camadas centimétricas a métricas. As laminações são bem definidas e variam de espessura, desde milimétricas até centimétricas, com proporções de argilito variando entre 15% e 70%. Pode apresentar característica físsil ou grumosa à quebra.

A coloração é, em sua maioria, vermelha (42,6%) e castanha (37,6%), sendo a cor 5YR8/1 a mais frequente, mas também ocorrem tons de cinza (N8, N7, N5 e N3) e branco (N9).

Discussão – Caracteriza sedimentação com alternância rítmica entre (i) processos trativos de baixa energia e (ii) decantação a partir de uma pluma de sedimentos finos postos em suspensão pela ação de ondas, correntes, marés, fluxos hiperpicnais e/ou fluxos hipopícnais.

Em relação às condições de oxi-redução de fundo, observam-se tanto lâminas de argilitos vermelhos (condições oxidantes) como cinza-escuros (condições redutoras).

Em alguns intervalos restritos, esta fácies apresenta acamamentos bandados, denominados listrado (50-50%), riscado (<50% de areia/silte grosso) e entremeado (>50% de areia/silte grosso), análogos, respectivamente, aos acamamentos heterolíticos dos tipos flaser, ondulado e lenticular. Um exemplo pode ser observado entre 161,3m e 162,07m de profundidade, com o aumento gradual de siltes e areias. É restrita à porção mediana da sucessão, correspondendo a 7,5% desta.

Apresenta aspecto típico no intervalo entre 142,5m e 143,5m. Corresponde às fácies **A4** (depósitos de inframaré), **B2** (depósitos lagunares) e **D3** (contexto de mar raso, com influência de marés e ação deltaica); e parcialmente à fácies **E2** (depósitos lagunares) descritas por Lima Filho (1991) para a Formação Piauí; e, em parte, às fácies **LafMo** (depósitos de tempestade), **LRd** (depósitos deltaicos), **LWyLPpLs** (depósitos de lobos de suspensão em contexto fluvial, com algum retrabalhamento por ação de marés) e **AfSF** de Lima Filho (1998) para o Grupo Balsas.

Fácies Fm – Finos Maciços

Diagnose – Argilitos ou siltitos finos maciços (Apêndice B, Estampa IV, Figura A)

Interpretação – Decantação em ambiente subaquoso de baixa energia.

Descrição – Ocorre em camadas centimétricas, podendo ser grumoso ou irregular à quebra. Como estruturas associadas, observam-se raramente lentes de areia. Frequentemente apresenta as mesmas características calcíferas descritas para a fácies **F1** (Apêndice A, Estampa II, Figura A), e algumas vezes ocorre sob a forma de argilito carbonoso ou ferruginizado, denso. Muito raramente ocorre bioturbação fraca (ii1). Quanto à coloração, é essencialmente avermelhada (64,4%). A cor mais freqüente é 5R4/2 (48,2%), mas também ocorrem tons de castanho (10R3/4, 10R4/6 e 10R4/2), cinza (N3 e N5), verde (5G4/1 e 5G8/1) e preto (N1).

Discussão – No intervalo de 154,5m a 155,5m de profundidade, esta fácies apresenta características de formação de paleossolo, com estruturas do tipo *slickenside* e cerosidade; comportamento grumoso à quebra e coloração avermelhada. Assim, parece tratar-se de paleossolos. Corresponde a 5,6% do intervalo descrito.

Ocorre com aspecto típico entre as profundidades 136m e 139m. Corresponde às fácies **A5**, **C6**, **F7**, **F9**, relacionadas a depósitos de marés; e, em parte, às fácies **D3** (contexto de mar raso, com influência de marés e ação deltaica) e **E2**, de Lima Filho (1991), relacionada também a depósitos de marés.

Fácies Fb – Finos bioturbados

Diagnose – Siltitos, siltitos argilosos e argilitos sílticos, com aspecto mosqueado, intensamente bioturbados (Apêndice B, Estampa IV, Figura D).

Interpretação – Intensa reelaboração do substrato por organismos invertebrados.

Descrição – Argilitos sílticos e siltitos (em sua maioria argilosos) cuja trama primária encontra-se totalmente obliterada por ação biogênica (ii4 – ii5).

Trata-se de uma fácies de baixa frequência na sucessão (1,8%), que ocorre em pacotes de médio e pequeno porte, muitas vezes com contatos difusos. Nenhum icnogênero pôde ser identificado devido à intensa reelaboração da petrotrama. Ocorre em tons avermelhados (37,8%), acinzentados (37,7%) e esverdeados (24,5%), nas cores N8 (a mais freqüente – 27,3%), 5YR4/1, 5GY4/1, N7, 10R4/6, N5, 5R6/2 e 5G6/1.

Em situações particulares, observa-se a ocorrência de macroporos (dissolução carbonática).

Discussão – Seu intervalo característico encontra-se entre 84,1 m e 85,5 m de profundidade.

A coloração branca, observada na porção mais basal da sucessão, está associada à composição calcífera.

Esta fácies foi descrita por Young (2006) para caracterizar finos bioturbados por organismos invertebrados marinhos, na Formação Pimenteira.

4.2 Sucessões de fácies

Sucessão de fácies 1 (SF1) – Tempestito

Diagnose – Sucessão auto-reflexiva da fácies **Ao** (Apêndice C, Figura B). Esta sucessão de fácies apresenta base erosiva; observa-se um aumento da frequência e intensidade de bioturbação da base para o topo (ii3 – ii4), que ocorre acompanhado da diminuição do porte das estratificações cruzadas monticuladas, que passam de decimétricas para centimétricas.

Interpretação – Reelaboração de um substrato marinho raso arenoso por ação de fluxos oscilatórios de alta energia (ondas de tempestade), com fluxos hidrodinâmicos unidirecionais (correntes) ou com fluxos de turbidez.

Discussão – Esta sucessão, composta totalmente pela fácies **Ao** (100%), é restrita à base da Formação Piauí, apresentando espessura de 6,9 m (intervalo entre 282,5–289,4 m) e perfaz um total de 2,8% do testemunho estudado.

A caracterização das icnofácies bem como correlações com poços adjacentes são necessárias para uma interpretação paleoambiental mais precisa, podendo tratar-se tanto de um paleoambiente de antepraia (marinho raso), quanto de frente deltaica. Contudo, a ocorrência da fácies **Ao**, permite a interpretação de deposição em paleoambiente sujeito à reelaboração por tempestade, como proposto nos modelos de Dott & Bourgeois (1982) e de Walker (1984).

Pela descrição disponível no “Projeto Carvão na bacia do Parnaíba” (Cruz *et al.*, 1973) para este poço, esta sucessão de fácies pertenceria não à Formação Piauí, mas à Formação Poti. Neste trabalho, por não ter sido observado nenhum contraste litológico entre este pacote e o pacote imediatamente sobreposto (SF2), posiciona-se o limite formacional Poti/Piauí no contato entre os arenitos da sucessão SF1 e os siltitos e argilitos subjacentes (a 289,4m de profundidade).

Sucessão de fácies 2 (SF2) – Fluvial

Diagnose – Sucessão das fácies **Ac–Alp(i)–Fm/Fb**. Ocorre em ciclos de afinamento granulométrico (*finning up*) da fácies **Ac** para a fácies **Fm**, com base erosiva, raras vezes conglomerática (sub-fácies **Alp(i)**). Apresenta clara predominância da fácies **Ac** (37,3%) (Apêndice C, Figura B).

Interpretação – Depósitos de canais fluviais entrelaçados

Discussão – Trata-se da sucessão de fácies de maior frequência do testemunho analisado (37,3%) e ocorre, em geral, em pacotes espessos (21,8 m \pm 13,5 m), podendo ser observada

nos intervalos 149,6–151,2m; 155,2–161,2 m 191,7–219,5m; 224,5–246,5 m e 246,5–282,5m (total de 93,4 m).

O paleoambiente fluvial é apontado aqui pelo característico afinamento granulométrico da sucessão, pela natureza erosiva de sua base (evidenciada, algumas vezes, pela ocorrência de intraclastos), pela moderada seleção nas fácies arenosas, pequena expressividade de finos em relação às fácies arenosas, bem como escassez de bioturbações. Todas as fácies desta sucessão, bem como as características citadas acima podem ser comparadas ao modelo de rios entrelaçados com elementos arquiteturais de acreção frontal (barras), tais como o modelo 9 de Miall (1996).

Em particular nos intervalos 155,2–161,2 m e 224,5–246,5 m, também ocorrem as fácies **Alc1**, **Alc2** e **Am**, bem como laminações convolutas. A associação destas estruturas é aqui interpretada como lobos deltaicos, ainda dentro do contexto fluvial.

No intervalo 191–211 m, a sucessão contém fácies com características eólicas, evidenciadas por laminações cruzadas transladantes (fácies **Alp(ii)**), além da presença das fácies típicas desta sucessão. Isto ocorre como resultado de uma passagem gradual (transicional) da sucessão de fácies SF2 para a sucessão SF5 (eólica).

No intervalo mais basal de ocorrência desta sucessão, a fácies **Fb** apresenta características calcíferas, aqui interpretadas como resultado de paleoalteração freática.

Sucessão de fácies 3 (SF3)– Lacustre

Diagnose – Sucessão das fácies **Fl** (51,5%)–**Fm** (12,4%)–**Fr** (37,2%) (Apêndice C, Figura C).

Interpretação – Depósitos lacustres rasos oxidantes.

Discussão – Ocorre em 15,6% do testemunho estudado, nas profundidades: 130,0–146,0 m; 147,8–149,5 m; 151,2–155,2 m; 170,0–178,5 m; 179,2–183,0 m e 219,4–224,5m (total de

39,1 m). Subordinadamente ocorrem as fácies **Fb** (5,8%), **Am** (2,1%), **Ab** (1,9%), **Alp(i)** (0,7%), **Am** (0,4%) e **Alc1** (0,3%).

A dominância de fácies finas e pontuais ocorrências de detritos vegetais corroboram a interpretação de um paleoambiente deposicional lacustre para esta sucessão; já a ocorrência de gretas de ressecamento, de *slickensides* (indicativos de paleoalteração freática), bem como seu caráter majoritariamente oxidante, observado pelas cores castanhas, indicam exposição do substrato.

Particularmente, na porção superior do intervalo 130,1m–146,3m, esta sucessão apresenta um pacote com cores escuras, típicas de ambientes redutores e é aqui interpretada como depositada em condições hipersalinas. Ainda neste intervalo observam-se características calcíferas, como, por exemplo, níveis carbonáticos, drusas de dissolução e gretas de diastase. Aqui estas características são interpretadas também como paleoalteração freática, também evidenciada através de manchas de oxidação e redução.

Associa-se esta sucessão ao modelo lacustre de profundidade flutuante (*Fluctuating profundal*) de Carrol & Bohacs (1999), dominado por fácies terrígenas pelíticas.

Sucessão de fácies 4 (SF4) – Eólica

Diagnose – Sucessão das fácies **Alp(ii)**–**Acb**–**Ab** (Apêndice C, Figura D).

Interpretação – Depósitos eólicos de dunas e de interdunas úmidos e secos (costeiros).

Discussão – Trata-se de uma sucessão de fácies bastante freqüente no testemunho analisado (15,4%), podendo ser observada nos intervalos 38,9–39,8 m; 66,9–80,9 m; 93,9–101,2m; 124,9–130 m; 146–147,8 m; 178,5–179,3 m; e 182,9–191,6 m (total de 38,6 m). Ocorre em geral em pacotes de espessura média (5,5 m \pm 3,8 m). As fácies dominantes são **Alp(ii)** (21,1%) e **Acb** (19,2%); e, com menor expressividade, **Ab** (6,6%).

O contexto eólico apontado para esta sucessão é baseado no modelo deposicional de Hunter (1977), e delineado a partir da ocorrência de: (1) estratificações cruzadas com seleção bimodal de grãos (Fácies **Acb**), indicando a atuação dos processos de queda de grãos e de fluxo de grãos, característicos de migração de macroformas de leito eólicas (dunas); (2) na ocorrência de laminações cruzadas transladantes (fácies **Alp(ii)** e **Acb**), estruturas tipicamente formadas em fácies de barlavento de dunas ou em interdunas secas; (3) bem como na presença de “laminações crenuladas” (estruturas contorcidas de Lima Filho, 1991), características de interdunas úmidos. A associação desta sucessão com as sucessões SF5 (marinho rasa carbonática) e SF6 (planície de maré) indica paleodeposição em dunas costeiras.

Sucessão de fácies 5 (SF5) – Marinho rasa carbonática

Diagnose – Sucessão das fácies **C–Fl–Alp(i)–Ac**. Ocorre em ciclos de aumento granulométrico (*coarsening up*), onde camadas de arenitos, por vezes com intraclastos, sobrepõem-se a camadas carbonáticas alternadas a terrígenos finos (Apêndice C, Figura E).

Interpretação – Deposição em ambiente marinho raso restrito, em contexto provavelmente regressivo.

Discussão – Ocorre restrita à porção superior da Formação Piauí e à porção basal da Formação Pedra de Fogo, perfazendo um total de 10,8% do testemunho descrito. É essencialmente composta pelas fácies **C** (42%), **Alp(i)** (14,6%) e **Fl** (10,1%) e, subordinadamente, pelas fácies **Ac** (6,9%) e **Fm** (6,5%) **Ab** (4,4%) e **Fb** (2,7%). Os pacotes carbonáticos com frequência apresentam laminação ondulada, sugerindo deposição bioquímica (estromatólitos).

Esta sucessão ocorre nos intervalos 80,9–93,8 m, 114,3–125,0 m e 166,6–170 m (total de 27,0 m), com espessura média de 9,0 m \pm 3,7 m.

Como já discutido para a fácies **C**, estudos petrográficos, bem como dados paleontológicos, são necessários para uma determinação mais precisa do paleoambiente deposicional dos carbonatos, se em ambiente subaquoso continental ou marinho raso. No entanto, diversos trabalhos realizados nos calcários desta formação, com destaque para Lima Filho (1991, 1998), atribuem a estes um paleoambiente marinho raso. Adota-se aqui, portanto, o contexto marinho sugerido por este autor para os carbonatos da Formação Piauí, com exceção dos calcários que ocorrem no intervalo 102,1–106,5 m, aqui interpretados como depósitos de planície de maré (SF6).

Os ciclos de aumento granulométrico apontam para um contexto regressivo nesta sucessão, onde arenitos de antepraia sobrepoem-se às “plataformas” carbonáticas.

Sucessão de fácies 6 (SF6) – Planície de maré

Diagnose – Sucessão das fácies **C–Fl/Fr/Fm–Ab** (Apêndice C, Figura F).

Interpretação – Deposição em planícies de maré salinas (*sabkhas* costeiros).

Discussão – Apresenta espessura máxima de 25 m e ocorre em 15,2% do testemunho estudado, nos intervalos de 41,8–66,9 m e 101,3–114,3 m (total de 38,1 m). A fácies **Fl** é a mais freqüente desta sucessão (45,9%), seguida por **C** (22,2%). Subordinadamente, ocorrem as fácies **Fr** (8,1%), **Fm** (6,4%), **Ab** (5,4%), **Fb** (1,4%) e **Alp(i)** (0,7%).

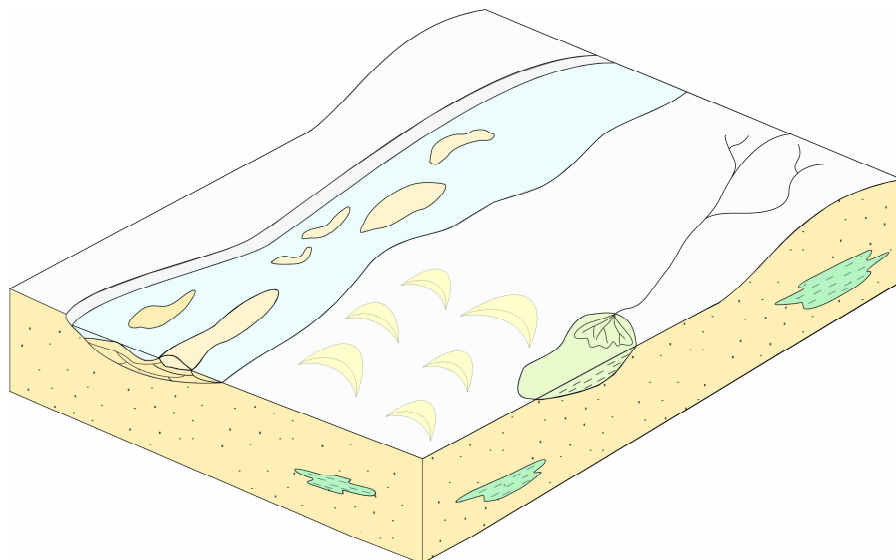
Nesta sucessão é freqüente a ocorrência de estruturas indicadoras de condições hipersalinas, como moldes de cristal (Apêndice B, Estampa VI, Figura A), *tepees* (Apêndice B, Estampa VI, Figura D), nódulos, concreções (Apêndice B, Estampa VI, Figura C) e níveis carbonáticos, bem como a ocorrência da fácies **C** associada à anidrita.

Caracteristicamente, ocorrem detritos vegetais, indicando condições ambientais continentais para a deposição desta sucessão. A presença de argilitos e siltitos com laminação

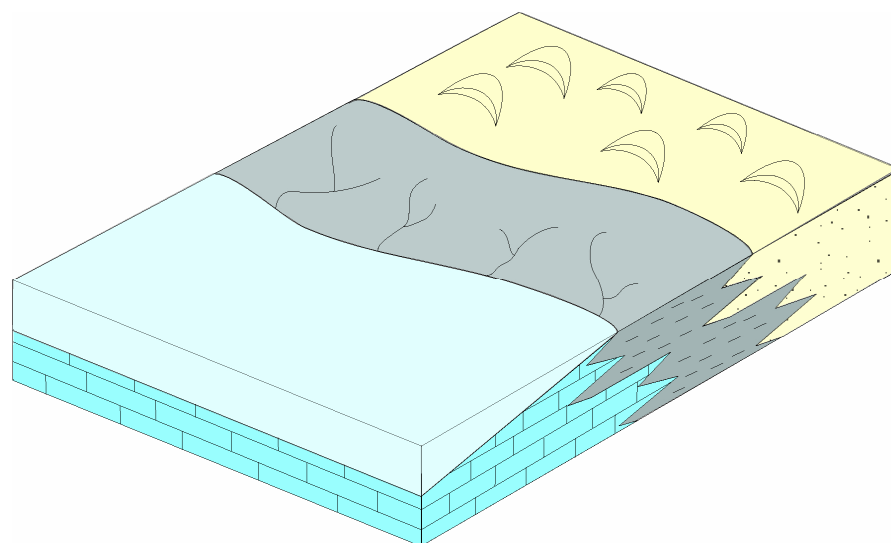
riscada e bandada, bem como acamamento heterolítico (Fácies **Fr**), sugere eventos de inundações periódicas, relacionadas a processos gerados por marés e ondas. Deve-se ainda atentar para a ocorrência de gretas de ressecamento, indicando freqüente variação da lâmina d'água.

Segundo Reineck & Singh (1980) e Dalrymple (1992), há um padrão característico na distribuição de sedimentos em planícies de maré. Nas porções interiores, próximo à linha de maré alta de sizígia e divisores de água, os sedimentos são lamosos em função do tempo mais prolongado de atuação das correntes de baixa velocidade. Próximo à linha de maré baixa, as ondas são mais fortes e atuam por um período mais longo, favorecendo um aumento no teor de areia dos depósitos. As variações do teor de areia e das estruturas sedimentares possibilitaram, portanto, a identificação dos depósitos de planícies lamosas de supramaré, que desenvolvem estruturas do tipo lenticular, laminação riscada e pelitos com acamamento paralelo (fácies **Fr**); e planícies de intermaré e inframaré com estruturas heterolíticas do tipo ondulado e fláser (Fácies **Fr**).

A



B



Legenda:






	Depósitos fluviais		Depósitos marinhos carbonáticos
	Depósitos eólicos		Depósitos de planícies de maré
	Depósitos lacustres		

Figura 2 – Modelos paleoambientais (A) do intervalo basal da Formação Piauí e (B) do intervalo superior da Formação Piauí e basal da Formação Pedra de Fogo. Os depósitos fluviais correspondem à SF2, os lacustres à SF3, os eólicos à SF4, os marinhos carbonáticos à SF5 e os de planícies de maré à SF6.

5 CONCLUSÕES

Sugere-se aqui, para o intervalo inferior da Formação Piauí, um paleoambiente continental marcadamente fluvial. O intervalo superior desta formação, por sua vez, bem como a base da Formação Pedra de Fogo, apresenta características de um paleoambiente costeiro árido, sujeito a ingressões marinhas. Tais resultados estão em acordo com os mais recentes estudos para estas formações (*q.v.* Lima Filho 1991, 1998 e Faria Junior, 1980), à exceção de sistemas deltaicos, enfaticamente sugeridos por Lima Filho (1991,1998).

A análise macroscópica do intervalo aponta para a existência de areias em espessura (volume?) apreciáveis nas sucessões de fácies SF2 (fluvial) e SF 4 (eólica) da Formação Piauí, as quais chamam atenção para uma melhor caracterização geológica de reservatórios. Outro intervalo que merece tal atenção é o topo da Formação Piauí e base da Formação Pedra de Fogo, que apresenta como potenciais rochas reservatório carbonatos marinhos (SF5), que, apesar de possuírem menor espessura, apresentam excelente porosidade macroscópica (1–20 mm), oriunda de dissolução diagenética destas rochas.

Ressalta-se aqui a importância da descrição de outros testemunhos (poços), com fim de correlação estratigráfica, bem como de análises petrográficas para ampliar as discussões aqui propostas.

Referências bibliográficas

- ANELLI, L. E., 1994. *Pelecípodes da Formação Piauí (Pensilvaniano Médio), bacia do Parnaíba, Brasil*. São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, 148p.
- ANELLI, L. E., ROCHA-CAMPOS, A. C. LIMA FILHO, F. P., 1992. Paleoecologia dos bivalves da Formação Piauí (Neocarbonífero), bacia do Parnaíba. In: SBP, Cong. Bras. Paleontologia. São Leopoldo, *Resumos*, p 108.
- ASSIS, J. F. P., 1980. Sobre uma fáunula de molusco bivalves do Calcáreo Mocambo. Carbonífero da bacia do Maranhão. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **52**:201-202.
- BORGHI, L., 2000. *Visão geral da análise de fácies sedimentares do ponto de vista da arquitetura deposicional*. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 26p. (Boletim, Nova Série, Geologia, n.53)
- BORGHI, L., 2002. *Fácies, arquitetura deposicional, tempestitos e o Devoniano da bacia do Paraná*. Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 309p.
- CAMPANHA, V. A. & ROCHA-CAMPOS, A. C., 1979. Alguns microfósseis da Formação Piauí (Neocarbonífero), bacia do Parnaíba. *Boletim Inst. De Geociências*, **10**:57-67.
- CARROLL, A. R. & BOHACS, K. M., 1999. Stratigraphic classification of ancient lakes: Balancing tectonic and climatic controls. *Geology*, **27** (2): 99-102.
- CONEJO, J. G. L., 2005. *Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil*. Brasília, ANA. (Relatório interno, inédito).
- CRUZ, W.B., ABOARRAGE, A.M., SANTOS, M.E.C.M., 1973. *Projeto Carvão da Bacia do Parnaíba: relatório de progresso das etapas II e III*. Recife, DNPM/CPRM. 2v. (Relatório interno, inédito)
- CUNHA, F.M.B., 1986. *Evolução paleozóica da bacia do Parnaíba e seu arcabouço tectônico*. Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 107p.
- DALRYMPLE, R.W., 1992. Tidal depositional systems. In: Walker, R.G.; James, N.P. (eds.). *Facies models. Response to sea level change*. Ontário, Geological Association of Canada, Canada. p. 195-219.
- DINO, R., ANTONIOLI, L., BRAZ, S. M. N., 2002. Palynological data from the trisidela member of upper Pedra de Fogo Formation ("Upper Permian") of the Parnaíba Basin, Northeastern Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, Janeiro/Junho:24-35.
- DOLIANITI, E., 1954. *A flora do Carbonífero inferior de Terezina, PI: Divisão de Fomento da Produção Mineral*. DNPM. 56p. (Boletim DGM **148**).
- DOTT, R. H. & BOURGEOIS, J., 1982. Hummocky stratification; significance of its variable bedding sequences. *GSA Bulletin*, **93** (8): 663-680.
- FARIA JR, L. E. C., 1980. *Estudo Sedimentológico da Formação Pedra de Fogo – Permiano*

- bacia do Maranhão*. Belém, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Pará, Dissertação de Mestrado, 56p.
- FARIA JR, L. E. & TRUCKENBRODT, W., 1980. Estratigrafia e petrografia da Formação Pedra de Fogo – Permiano da bacia do Maranhão. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 21, Camburiú, 1980. *Anais*, São Paulo, SBG, v.2, p. 740-754.
- FIGUEIREDO, M.F. & GABAGLIA, G.P.R., 1986. Sistema classificatório aplicado às bacias brasileiras. *Revista Brasileira de Geociências*, 16:351-369.
- HUNTER, R.E., 1977. Basic types of stratification in small eolian dunes. *Sedimentology*, 24: 361-87.
- KEGEL, W., 1951. *Sobre alguns trilobitascarboníferos do Piauí e do Amazonas*, Rio de Janeiro, DNPM. 38p. (Boletim DGM, **133**).
- KEGEL, W., 1953. *Contribuição para o estudo do Devoniano da bacia do Parnaíba*, Rio de Janeiro, DNPM. 48p. (Boletim DGM, **141**).
- KEGEL, W. & COSTA, M. T. Da., 1951. *Espécies Neopaleozóicas do Brasil, da família Aviculopectinidae, ornamentadas com costelas fasciculadas*, Rio de Janeiro, DNPM. 48p. (Boletim DGM, **137**).
- LEITE, J.F., ABOARRAGE, A.M., DAEMON, R.F., 1975. *Projeto carvão da bacia do Parnaíba*. Recife, DNPM/CPRM, 5v. (Relatório interno, inédito).
- LIMA FILHO, F. P., 1991. *Fácies e ambientes deposicionais da Formação Piauí (Pensilvaniano), bacia do Parnaíba*. São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 137p.
- LIMA FILHO, F. P., MACHADO, M. F., CÓRDOBA, V. C., SOUZA, D. C. 1995. O Permo-Pensilvaniano na porção nordeste da Bacia do Parnaíba: exemplo de sedimentação costeira. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 16, Recife, 1995. *Anais*, São Paulo, SBG, v.1, p. 370-373.
- LIMA FILHO, F. P., 1998. *As seqüências permo-pensilvanianas da bacia do Parnaíba*. São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 155p.
- MESNER, J.C. & WOOLDRIDGE, L.C., 1964. Maranhão Paleozoic Basin and Cretaceous coastal basins North Brazil. *AAPG Bulletin*, 48:1476-1512.
- MIALL, A.D., 1996. *The geology of fluvial deposits*. Berlim, Editora Springer-Verlag, 582p.
- PLUMMER, F. B., 1946. *Report on Maranhão-Piauí Geosyncline RENOR/DIREX*. Belém, PETROBRAS, 1-83 (Relatório 1946).
- PLUMMER, F. B., PRICE, L. I., GOMES, F. A., 1948. *Estados do Maranhão e Piauí (Geologia): Brasil*. Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Patrôleo, 87-134 (Relatório 1946).
- PRICE, L. I. 1948. *Um anfíbio labirintodonte da Formação Pedra de Fogo, Estado do Maranhão*, Rio de Janeiro, DNPM. 32p. (Boletim DGM, **124**).
- REINECK, H-E.; Singh, I.B., 1980. *Depositional Sedimentary Environment*. (2. ed.). New York, Springer-Verlag. 543pp.
- RIBEIRO, J. A. P. & MELO, F., 1996. Os sistemas deposicionais da Bacia do Parnaíba e a norte de Teresina, Piauí. *Revista de Geologia*, 9:53-73.

- ROSSETI, D. F., GÓES, A. M., TRUCKENBRODT, W. (eds), 2001. *O Cretáceo da bacia de São Luís–Grajau*. Belém, Museu Emílio Goeldi. 246p. (Coleção Friedrich Katzer)
- SMALL, H., 1914. *Geologia e suprimento d'água subterrânea no Ceará e parte do Piauí*. Rio de Janeiro, Inspetoria de obras contra as secas, 70p. (Série Geologia, 25)
- SANTOS, M. E. C. M. & CARVALHO, M. S. S., 2004. *Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís: Reconstituições paleobiológicas*. (2.ed). Rio de Janeiro, CPRM. 211p.
- WALKER, R. G., 1984. Shelf and shallow marine sands. In: Walker, R. G., (ed.), *Facies models*. (2.ed.) Toronto, Geoscience, Canada, p.141-171. (Reprint Series, 1)
- YOUNG, C.G.K., 2006. *Estratigrafia de alta resolução da Formação Pimenteiras (Devoniano da bacia do Parnaíba)*. Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 170p.

Apêndice A – Quadros sínteses das fácies e sucessões de fácies

Quadro 1 – Quadro síntese das fácies caracterizadas nos testemunhos estudados do poço 1-UN-09-PI

CÓDIGO	DIAGNOSE	INTERPRETAÇÃO
Acb	Arenitos finos a médios, com acamamento cruzado e seleção bimodal de grãos.	Migração de macroformas de leito complexas, de crista reta ou sinuosa, por fluxo de grãos (<i>grain flow</i>) combinado com queda de grãos (<i>grain fall</i>).
Alp	Arenitos muito finos a finos com laminações plano-paralelas. Pode apresentar laminação transladante [subfácies Alp(ii)] ou intraclastos [subfácies Alp(i)].	Pode apresentar dois processos distintos: deposição por transporte aerodinâmico pelo processo de queda de grãos (<i>grain fall</i>) ou deposição por fluxo subaquoso unidirecional (corrente) em regime superior.
Ac	Arenitos muito finos a finos, bem selecionados com estratificação cruzada de porte médio.	Deposição por transporte trativo, unidirecional, em regime de fluxo inferior subaquoso (corrente), pela migração de macroformas de leito complexas, de crista reta ou sinuosa.
Ab	Arenitos com aspecto mosqueado, bioturbado.	Intensa reelaboração do substrato por organismos invertebrados.
Am	Arenitos muito finos superior, moderadamente selecionados, com estrutura maciça.	Deposição por fluxo de detritos arenáceo (<i>sand debris</i>) ou liquefeito.
Alc1	Arenitos muito finos ou siltitos grossos com laminação cruzada cavalgante	Deposição por fluxo hidrodinâmico trativo, unidirecional, turbulento, desacelerante, em regime inferior, através da migração e cavalgamento sensível de ondulações de crista provavelmente sinuosa.
Alc2	Arenitos muito finos a siltitos grossos apresentando laminação cruzada.	Deposição por transporte hidrodinâmico em regime de fluxo inferior unidirecional (corrente).
Ao	Arenitos muito finos, moderadamente selecionados, com estratificação cruzada monticulada (<i>hummocky cross stratification</i>).	Deposição por ação combinada de fluxos oscilatórios de alta energia (ondas de tempestade) com fluxos hidrodinâmicos unidirecionais (correntes) ou com fluxos de turbidez.
C	Carbonato de cálcio microcristalino	Precipitação química/biogênica de carbonato de cálcio em ambiente subaquoso hipersalino.
Fl	Argilitos ou siltitos finos laminados.	Deposição por decantação em ambiente subaquoso de baixa energia.
Fr	Conjunto de camadas onde alternam-se de forma rítmica lâminas de finos (siltitos finos e argilitos) com lâminas de siltitos grossos e arenitos muito finos.	Deposição por conjugação de processos: (1) Deposição por decantação em ambiente subaquoso de baixa energia a partir de uma pluma hipo-mesopical; (2) Deposição de silte grosso e areia muito fina por tração hidrodinâmica em regime de fluxo inferior.
Fm	Argilitos ou siltitos finos maciços	Decantação em ambiente subaquoso de baixa energia.
Fb	Siltitos, siltitos argilosos e argilitos sílticos, com aspecto mosqueado, intensamente bioturbados.	Intensa reelaboração do substrato por organismos invertebrados (continentais).

Quadro 2 – Quadro síntese das sucessões de fácies nos testemunhos estudados do poço 1-UN-09-PI.

CÓDIGO	DIAGNOSE (Sucessão de Fácies)	INTERPRETAÇÃO
SF1	Sucessão auto-reflexiva da fácies Ao.	Reelaboração de um substrato marinho raso arenoso por ação de fluxos oscilatórios de alta energia (ondas de tempestade), com fluxos hidrodinâmicos unidirecionais (correntes) ou com fluxos de turbidez.
SF2	Ac–Alp(i)–Fm/Fb	Depósitos de canais fluviais entrelaçados
SF3	Fl–Fm –Fr	Depósitos lacustres rasos oxidantes
SF4	Alp(ii)–Acb–Ab	Depósitos eólicos de dunas e de interdunas úmidos e secos (costeiros).
SF5	C–Fl–Alp(i)–Ac	Deposição em ambiente marinho raso restrito, em contexto provavelmente regressivo.
SF6	C–Fl/Fr/Fm–Ab	Deposição em planícies de maré salinas (<i>sabkhas</i> costeiros).

Apêndice B – Estampas

ESTAMPA I

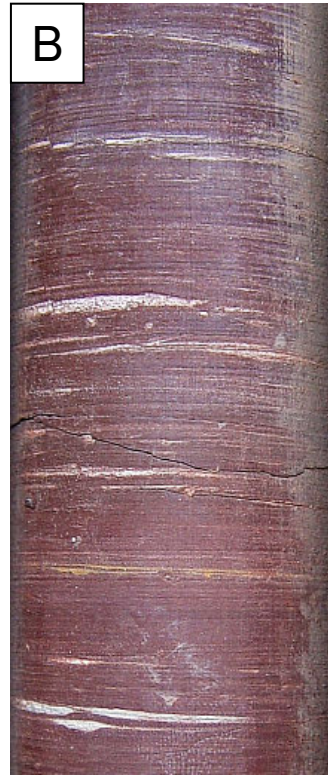
Figura A – Fácies Acb. Notar as laminações cruzadas transladantes (diagnósticas desta fácies), caracterizadas por uma alternância bimodal das lâminas. Poço 1-UN-09-PI, 99,4 m.

Figura B – Fácies Fl. Observar o aspecto oxidado. Observar ainda laminação riscada Poço 1-UN-09-PI, 109,4 m.

Figura C – Fácies C. Notar a abundância de macroporos. Poço 1-UN-09-PI, 91,9 m.

Figura D – Fácies C. Notar silicificação. Poço 1-UN-09-PI, 63,5 m.

(Largura do testemunho ~ 4,2 cm.)



ESTAMPA II

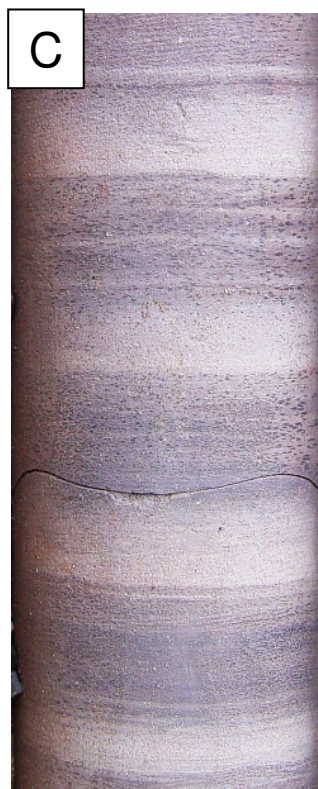
Figura A – Fácies Alc1. Observar cavalgamento das laminações. Poço 1-UN-09-PI, 156,9 m.

Figura B – Fácies Alc2. Poço 1-UN-09-PI, 217,1 m.

Figura C – Fácies Fr. Notar bandamento centimétrico. Poço 1-UN-09-PI, 153 m.

Figura D – Fácies Fr. Observar laminações milimétricas. Poço 1-UN-09-PI. 143 m

(Largura do testemunho ~ 4,2 cm.)



ESTAMPA III

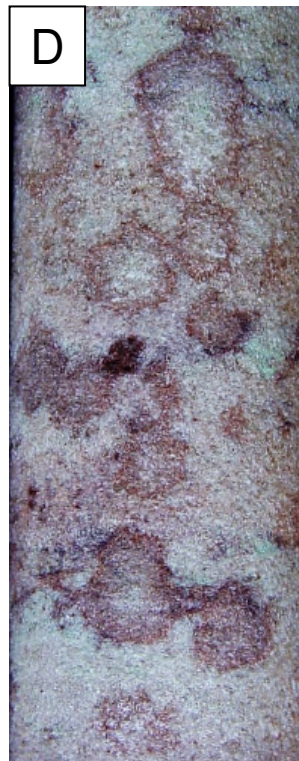
Figura A – Fácies Ac. Poço 1-UN-09-PI, 189,4 m.

Figura B – Fácies Ac. Poço 1-UN-09-PI, 275,1 m.

Figura C – Fácies Am. Notar a má seleção. Poço 1-UN-09-PI, 202,1 m.

Figura D – Fácies Ab. Observar manchas de oxidação. Poço 1-UN-09-PI. 68,8 m

(Largura do testemunho ~ 4,2 cm.)



ESTAMPA IV

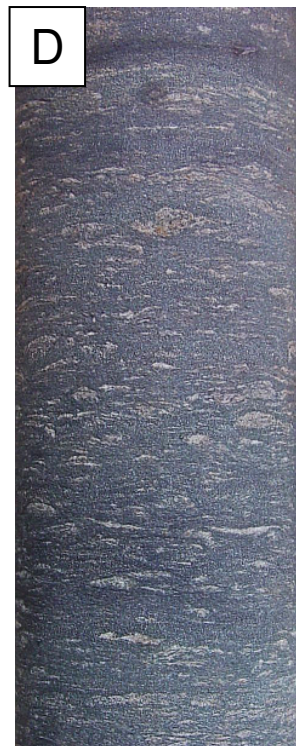
Figura A – Fácies Fm. Observar macroporos de dissolução, denunciando caráter calcífero. Poço 1-UN-09-PI, 66,7 m.

Figura B – Fácies Alp (ii). Poço 1-UN-09-PI, 99,5 m.

Figura C – Fácies Alp (i). Poço 1-UN-09-PI, 197,6 m.

Figura D – Fácies Fb. Destaque para a ocorrência do icnogênero *Palaeophycus* isp..
Poço 1-UN-09-PI. 83,41 m

(Largura do testemunho ~ 4,2 cm.)



ESTAMPA V

Figura A e B – Fácies Ao. Poço 1-UN-09-PI, 282,72 m.

(Largura do testemunho ~ 4,2 cm.)



Fácies Aco – 282,72m

ESTAMPA VI

Figura A – Moldes de cristal em siltito calcífero com acamamento lenticular. Poço 1-UN-09-PI, 56,2 m.

Figura B – Laminação crenulada em calcário. Poço 1-UN-09-PI, 50,1 m.

Figura C – Siltito laminado com concreções. Poço 1-UN-09-PI, 86,3 m.

Figura D – Fácies Calcilitito com associação de anidrita e estrutura *tepee*. Poço 1-UN-09-PI. 57,9 m

Figura E – Estilólito em calcário. Poço 1-UN-09-PI. 60,4 m.

(Largura do testemunho ~ 4,2 cm.)



ESTAMPA VII

Figura A – Caixa 11. Destaque para o topo da Formação Piauí. Poço 1-UN-09-PI, 92,5 m.

Figura B – Caixa 49. Destaque para a base da Formação Piauí. Poço 1-UN-09-PI, 289,4 m.

(Largura do testemunho ~ 4,2 cm.)



Caixa 11



Caixa 49

Apêndice C– Perfis estratigráficos ilustrativos das sucessões de fácies

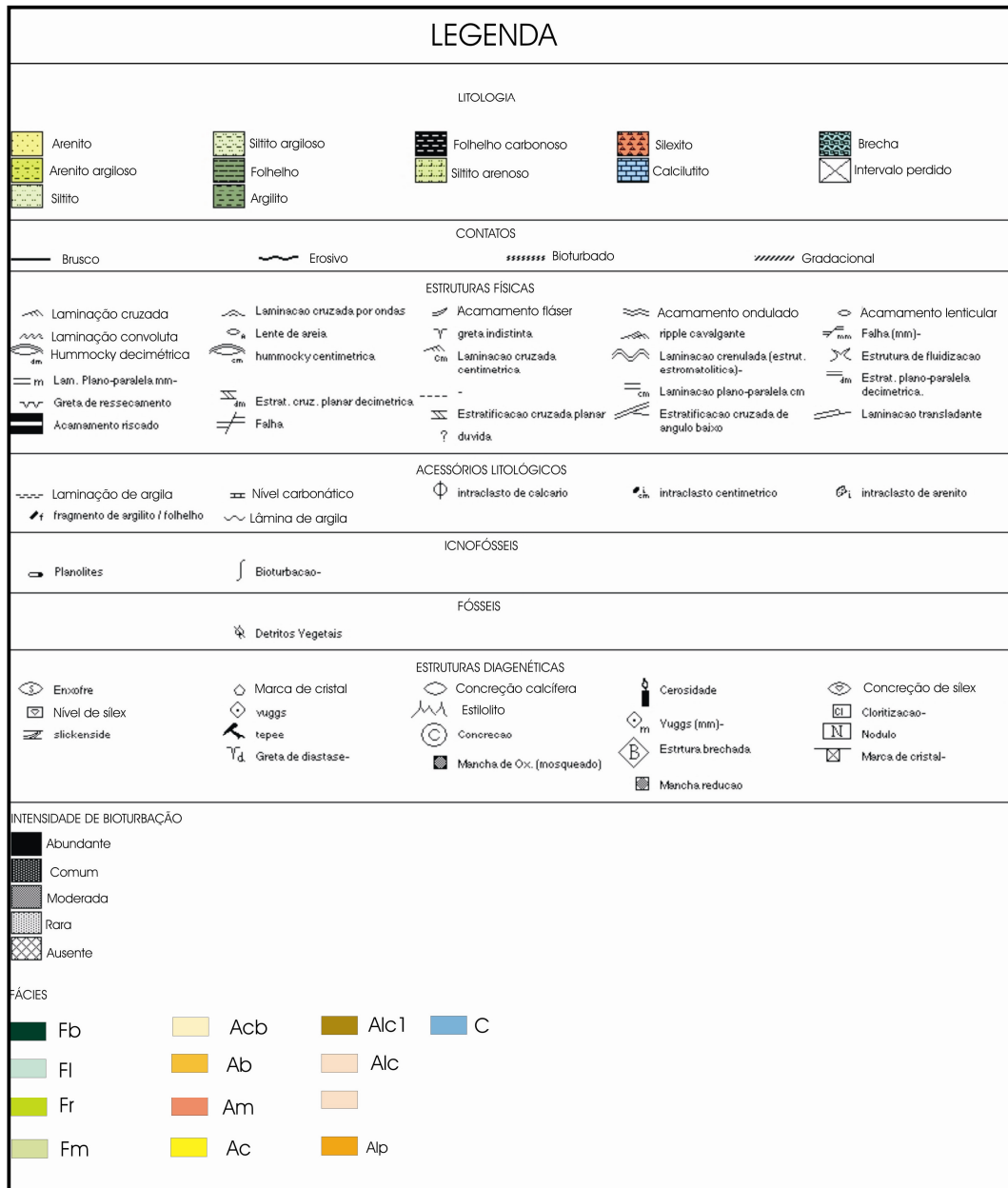


Figura A – Legenda dos perfis estratigráficos

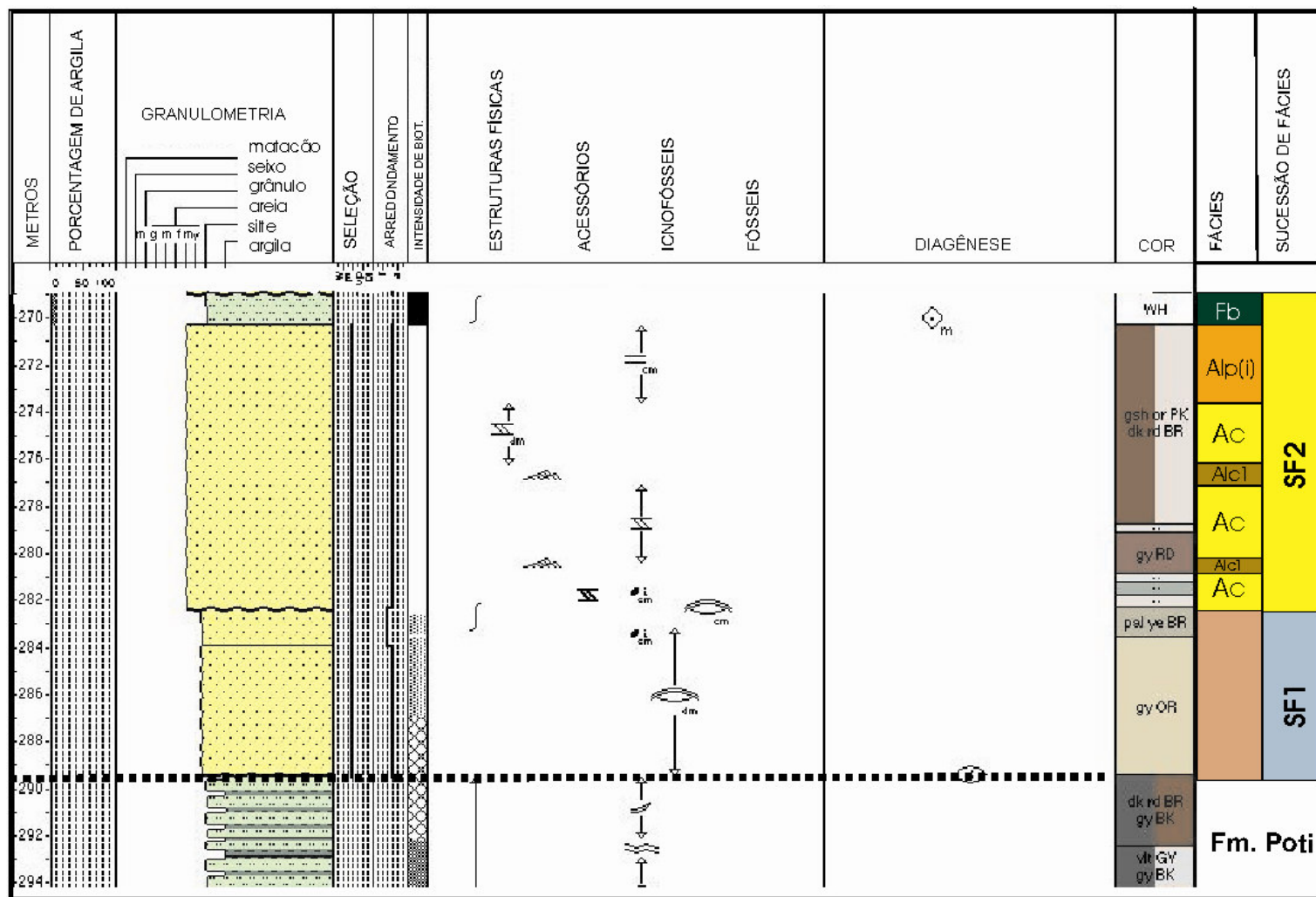


Figura B – Aspecto das sucessões de fácies SF1 e SF2 no perfil estratigráfico.

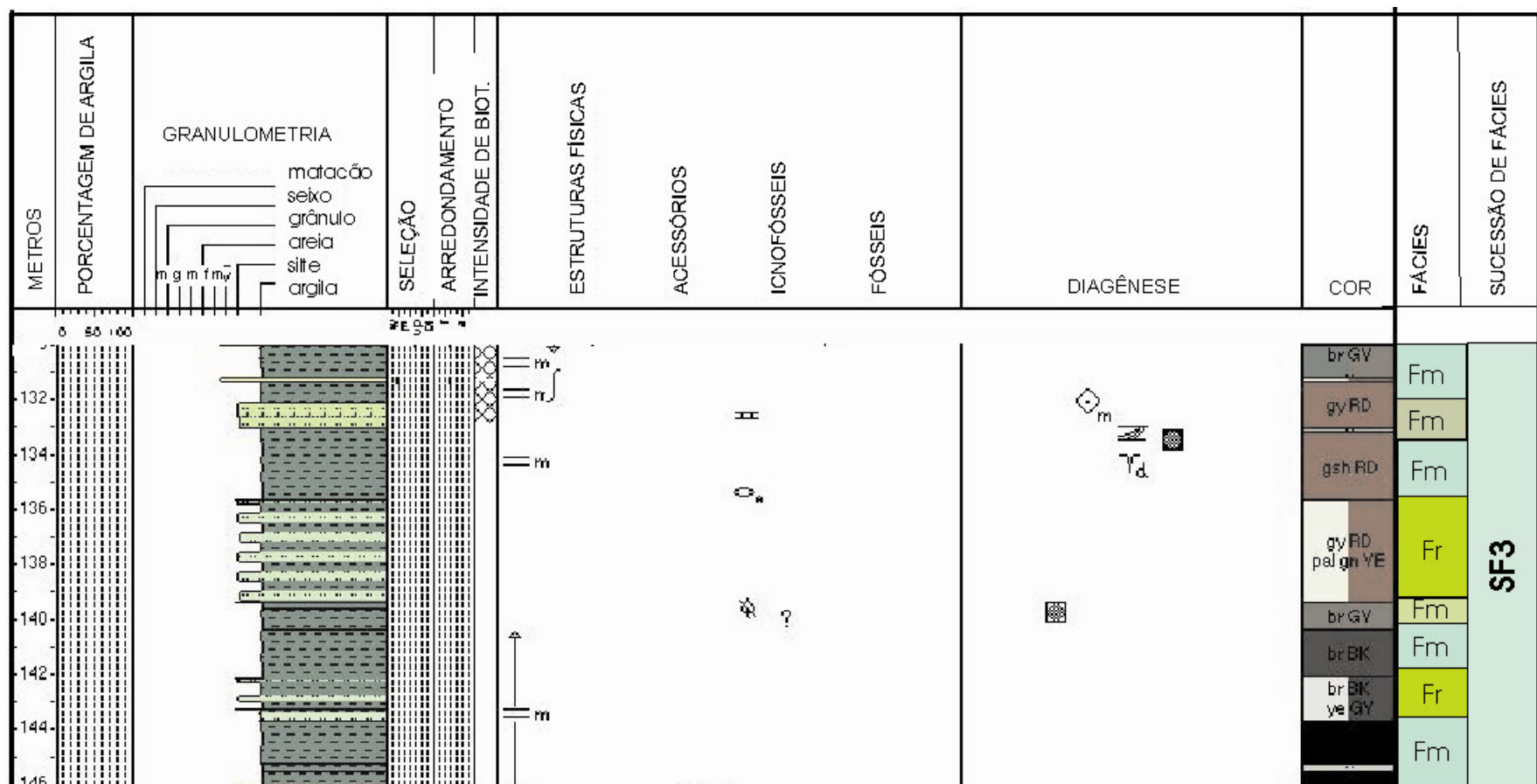


Figura C – Aspecto da SF3 no perfil estratigráfico.

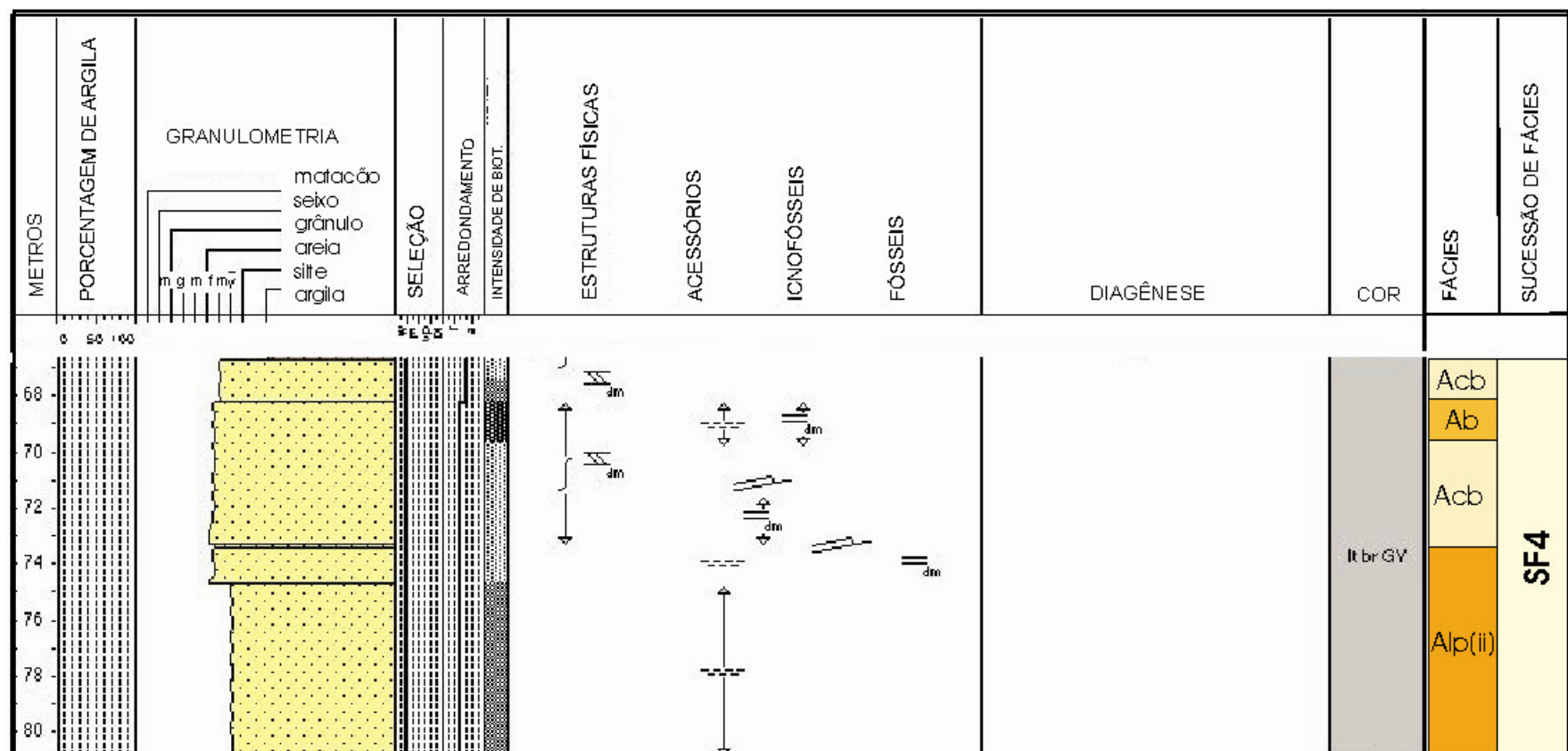
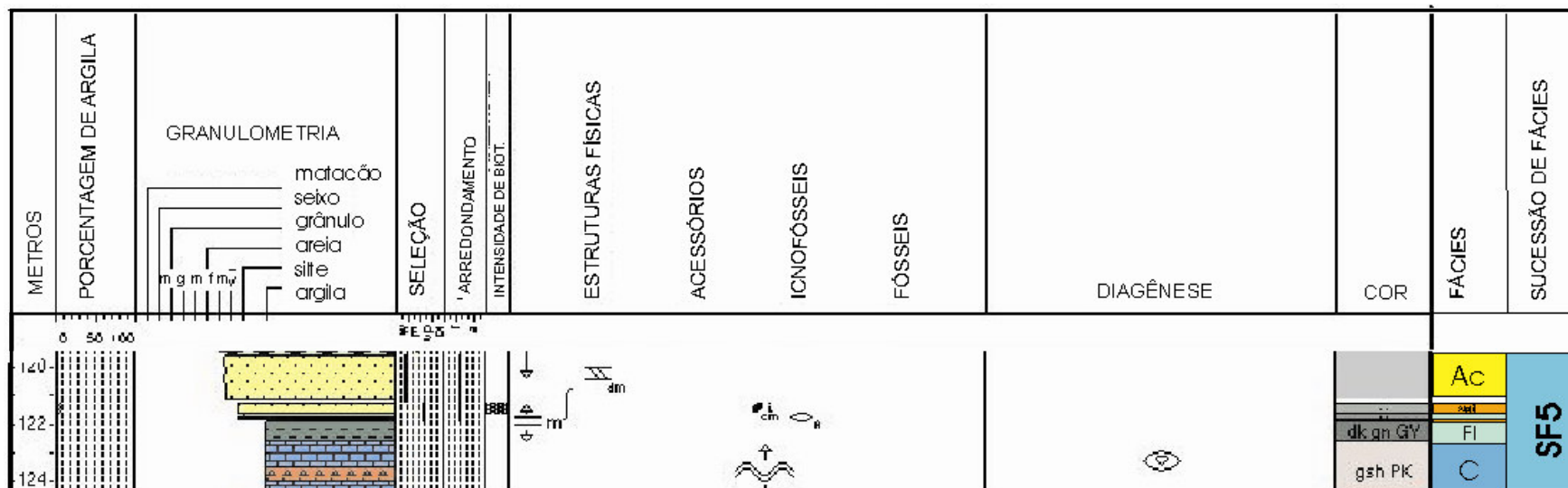


Figura D – Aspecto da SF4 no perfil estratigráfico



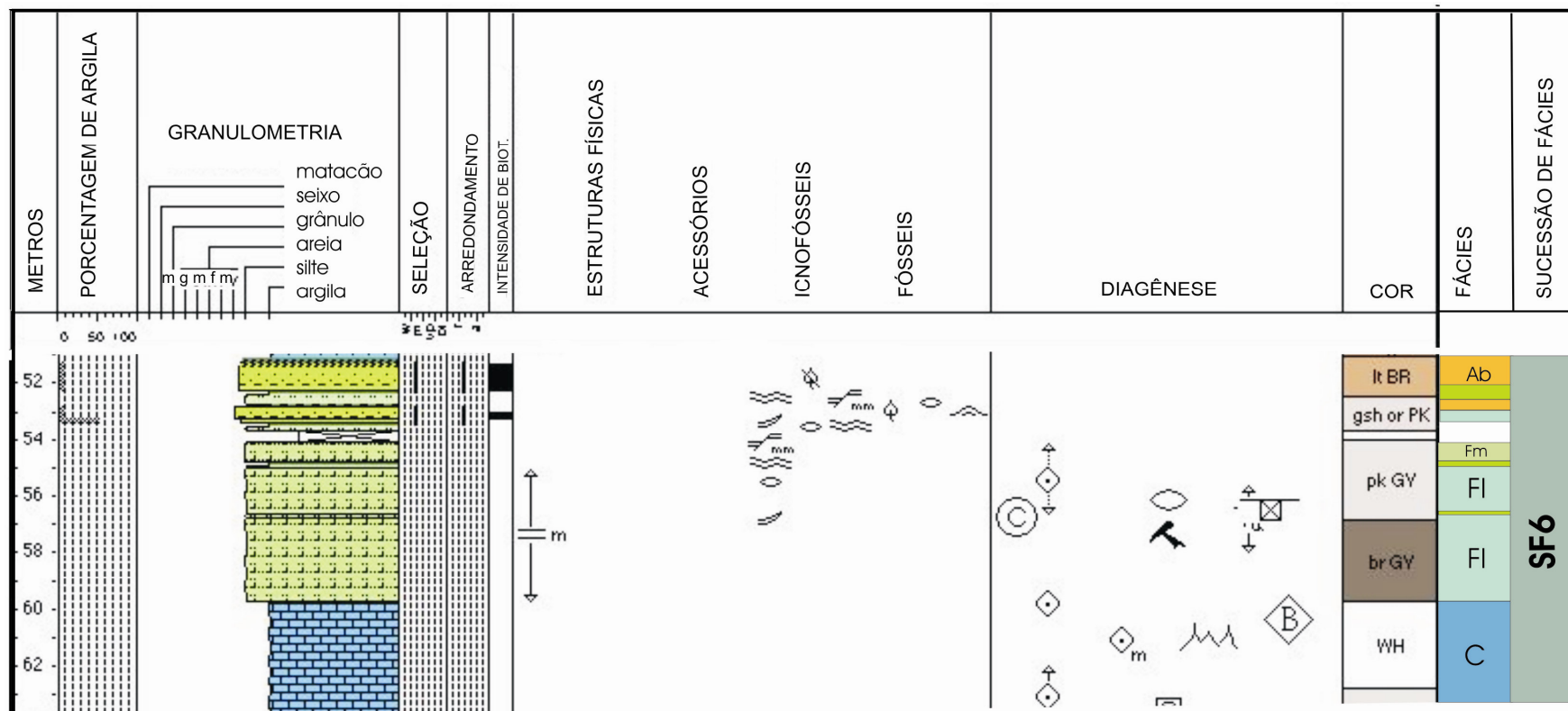
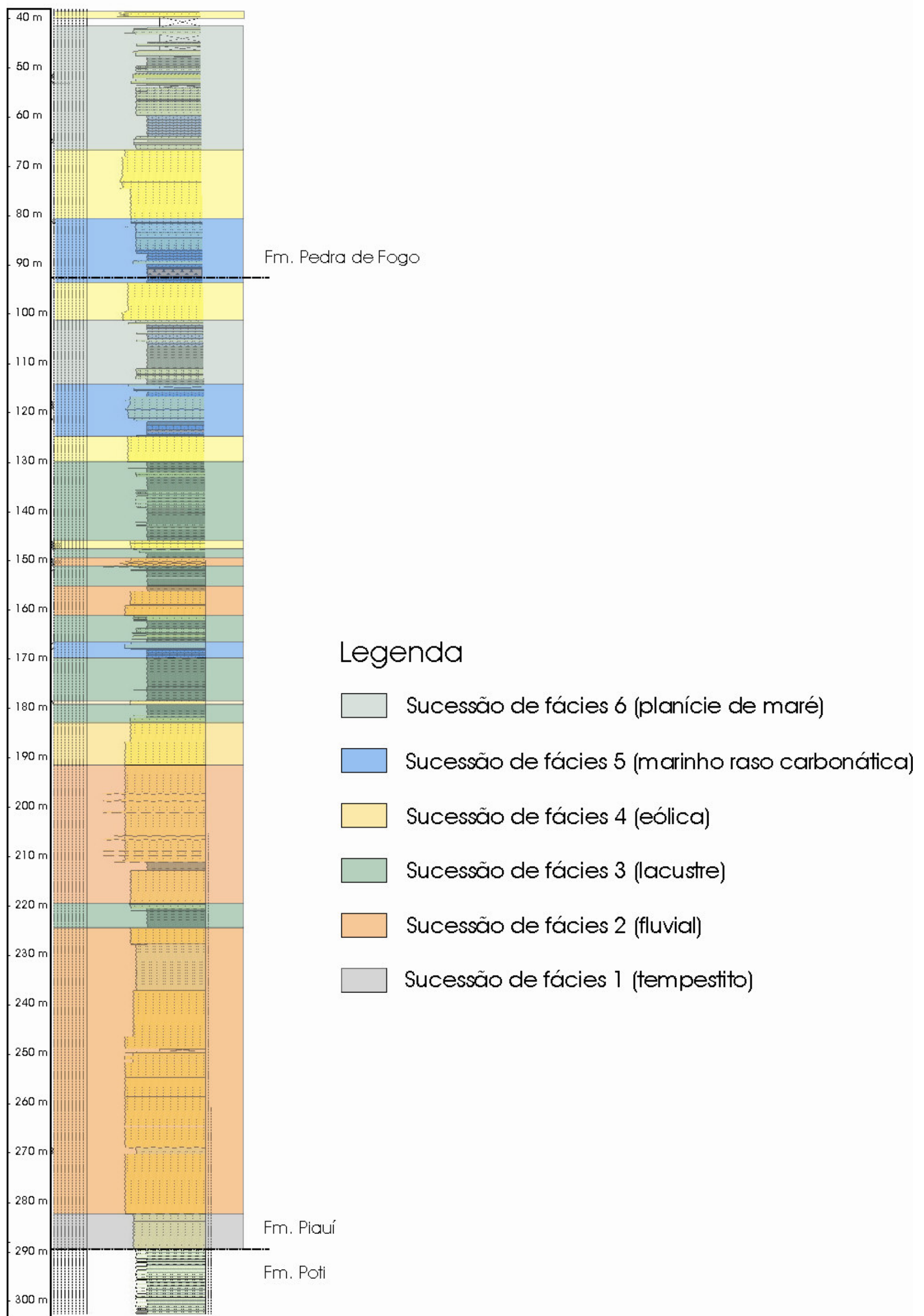
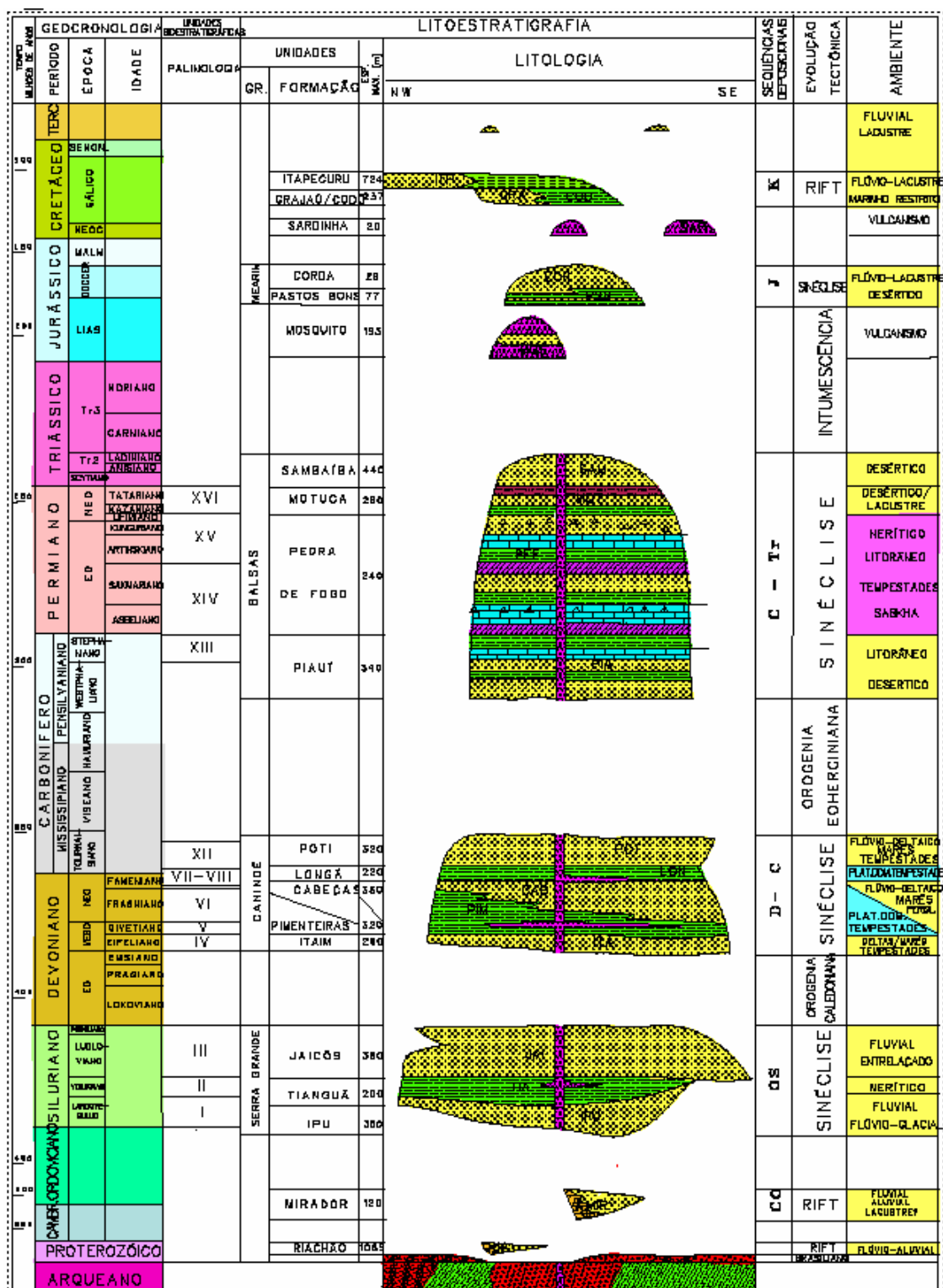


Figura F – Aspecto da SF6 no perfil estratigráfico.

Apêndice D – Comportamento das sucessões de fácies ao longo do perfil estratigráfico



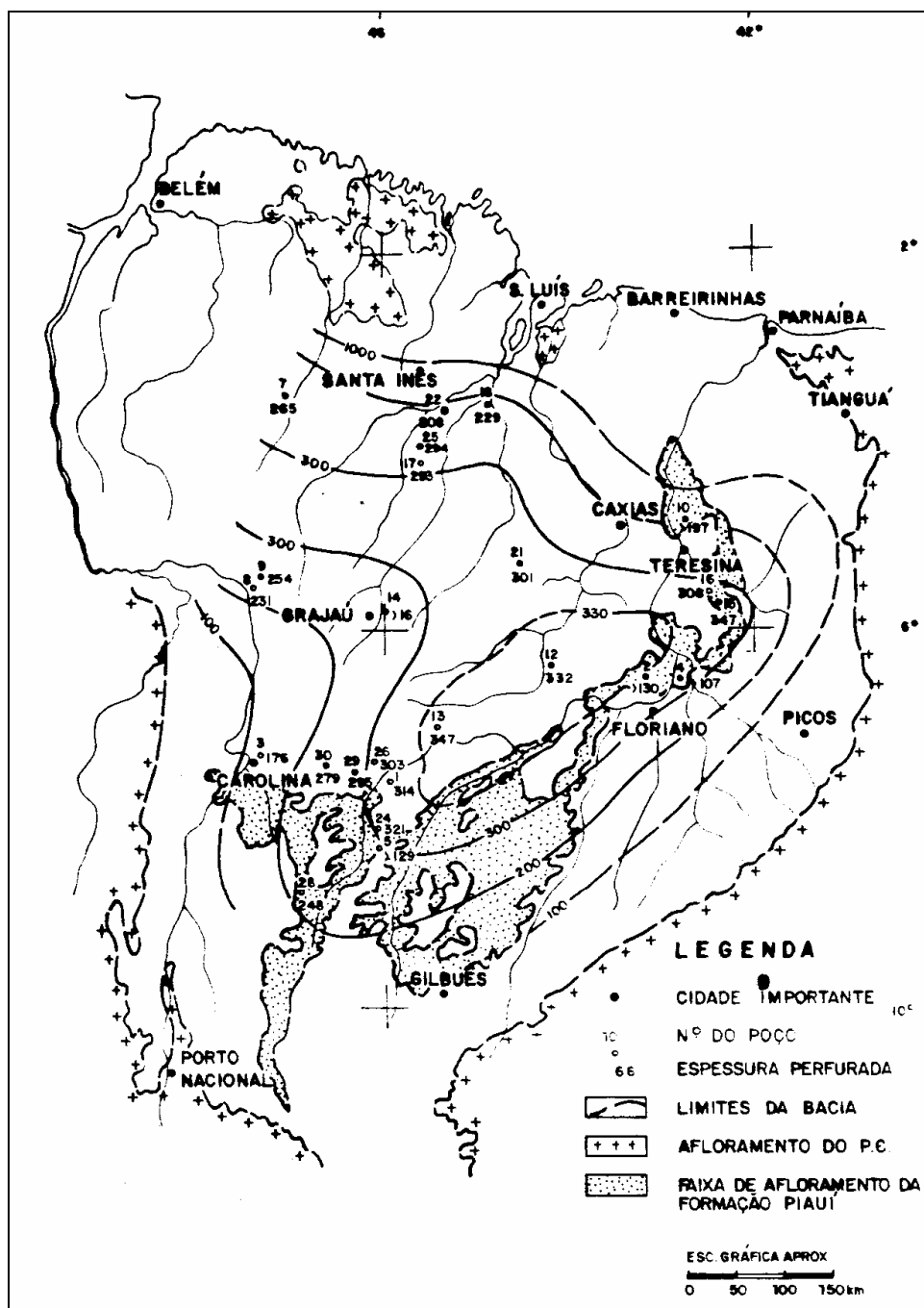
Anexo A – Diagrama estratigráfico da bacia do Parnaíba



(Fonte: Góes & Feijó, 1994, *apud* ANP, via <http://www.anp.gov.br>)

Anexo B: Mapas de isópacas das formações Piauí e Pedra de Fogo

B.1 Mapa da Formação Piauí segundo Cunha (1986).



B.2 Mapa da Formação Pedra de Fogo segundo Cunha (1986).

